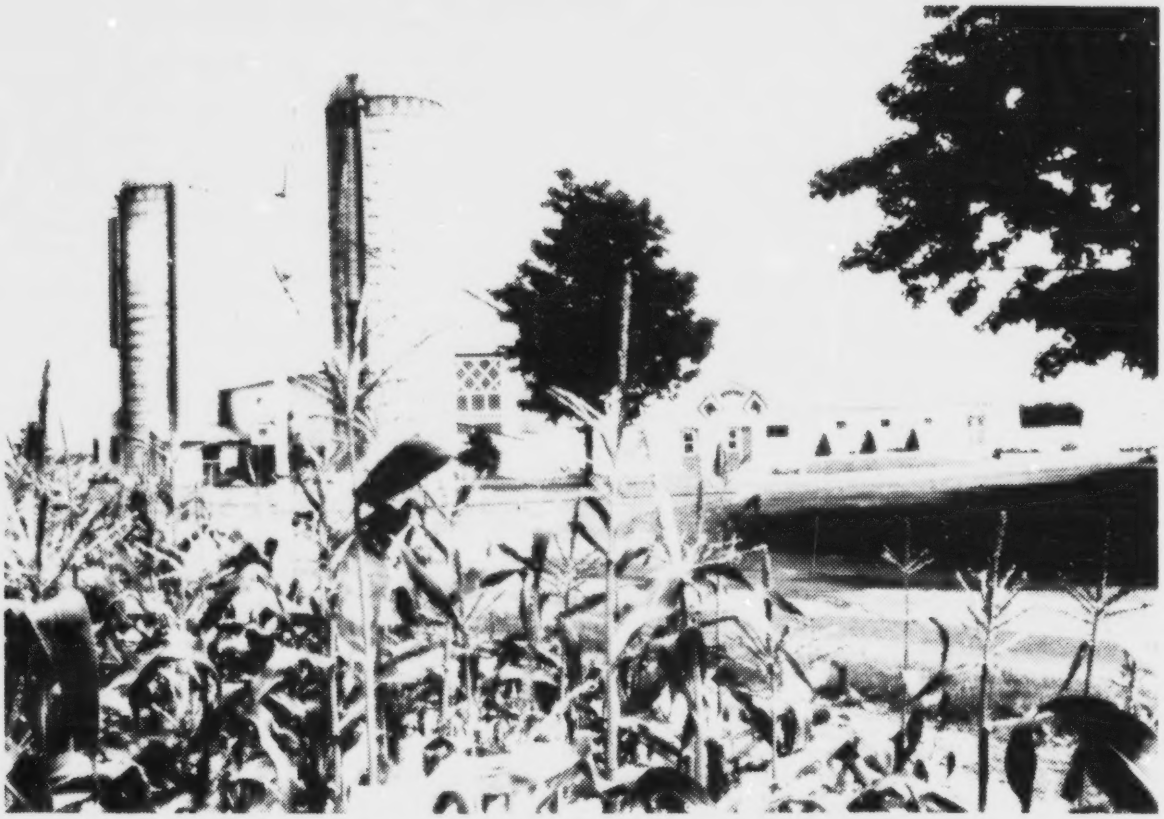
VENTILATION NATURELLE DES BÂTIMENTS CHAUDS OU TEMPÉRÉS ABRITANT DES ANIMAUX



Ferme Reynold Saint-Charles-de-Bellechasse. Médaille d'or de l'Ordre du mérite agricole 1987

Québec

VENTILATION NATURELLE
DES BÂTIMENTS CHAUDS OU TEMPÉRÉS
ABRITANT DES ANIMAUX

PAR

RAYNALD COURTEMANCHE, INGÉNIEUR
CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

MICHEL FORTIER, INGÉNIEUR
SERVICE DU GÉNIE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC

JUIN 1988

ISBN 2-551-12001-2
Dépôt légal - 3e trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec

AVANT-PROPOS

La Direction de la recherche agro-alimentaire du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, en colloboration avec le Service du génie, a confié au Centre de recherche industrielle du Québec (C.R.I.Q.) le mandat de réaliser une étude sur l'efficacité de différents systèmes de ventilation naturelle dans les bâtiments chauds isolés abritant les animaux.

Nous tenons à remercier pour leur précieuse collaboration:

M. Marcel Dussault, ingénieur
M.A.P.A.Q., Sherbrooke
Tél.: (819) 563-3383

M. Yves Choinière, ingénieur
Collège de technologie agricole et
alimentaire d'Alfred (Ontario)
Tél.: (613) 679-2218

M. Michel Fortier, ingénieur
M.A.P.A.Q., Sainte-Foy
Tél.: (418) 643-2534

Nous remercions également les personnes suivantes qui nous ont permis d'utiliser leurs installations pour les campagnes de mesures:

M. Gaétan Proulx
Saint-Georges-de-Windsor
Tél.: (819) 828-3434 (3409)

M. Paul-Aimé Chaumont
Sainte-Anne-des-Plaines
Tél.: (514) 478-1628

M. Alain Beaudry
Saint-Valérien-de-Saint-Hyacinthe
Tél.: (514) 549-2732

MM. Fernand laliberté et Léon Lemaire
Centre d'insémination artificielle
du Québec
Sainte-Madeleine

M. Bertrand Lacasse
Saint-Gervais-de-Bellechasse
Tél.: (418) 887-6646

TABLE DES MATIÈRES

page

1.0 INTRODUCTION..... 1

2.0 DESCRIPTION DE L'INSTRUMENTATION..... 3

3.0 DESCRIPTION SOMMAIRE DES BATIMENTS MIS A L'ESSAI..... 11

3.1 Porcherie à ventilation naturelle (contrôle manuel) de M. Gaétan Proulx..... 11

3.2 Porcheries de M. Alain Beaudry..... 17

3.3 Porcherie à ventilation mécanique de M. Bertrand Lacasse..... 25

4.0 LOCALISATION DES POINTS DE MESURE..... 30

4.1 Porcherie à ventilation naturelle manuelle de M. Gaétan Proulx..... 30

4.2 Porcheries de M. Alain Beaudry (mécanique et naturelle automatique)..... 30

4.3 Porcherie de M. Bertrand Lacasse (ventilation mécanique)..... 34

4.4 Localisation de la station de météo..... 34

5.0 IDENTIFICATION DES FEUILLES DE RÉSULTATS..... 36

6.0 OBSERVATIONS: PORCHERIES PROULX, BEAUDRY ET LACASSE..... 37

6.1 Porcherie Proulx en automne (série 0)..... 37

6.2 Porcherie Proulx en hiver (séries 1 et 2). 37

TABLE DES MATIÈRES (suite)

page

6.3 Porcherie Beaudry en hiver (séries 3, 4, 5 et 6)..... 39

6.3.1 Ventilation naturelle..... 39

6.3.2 Ventilation mécanique..... 39

6.4 Porcherie Lacasse en hiver (séries 7, 8 et 9)..... 40

6.5 Porcherie Lacasse au printemps (séries 10 et 11)..... 40

6.6 Porcherie Beaudry au printemps (séries 12 et 13)..... 41

6.7 Porcherie Lacasse en été (séries 14, 15 et 16)..... 42

6.8 Porcherie Beaudry en été (séries 17 et 18. 44

6.9 Porcherie Proulx en été (séries 19 et 20). 45

7.0 ÉTABLE A LOGETTES DE M. PAUL-AIMÉ CHAUMONT..... 46

7.1 Introduction..... 46

7.2 Description des installations instrumentées..... 47

7.3 Mesures des 14 et 15 avril 1987..... 52

7.3.1 Température intérieure..... 52
7.3.2 Humidité relative..... 53
7.3.3 Concentration de gaz..... 53
7.3.4 Vitesse de l'air..... 53

7.4 Mesures prises les 7 et 8 janvier 1988.... 53

7.4.1 Introduction..... 53
7.4.2 Température intérieure..... 54
7.4.3 Humidité relative..... 56
7.4.4 Concentration de gaz..... 57
7.4.5 Vitesse de l'air..... 57

TABLE DES MATIÈRES (suite)

page

7.5 Mesures du 26 janvier 1988..... 57

7.5.1 Température intérieure..... 58
7.5.2 Humidité relative..... 58

7.6 Interprétation des résultats chez M. Chaumont..... 58

7.6.1 Mesures par temps froid (7 et 8 janvier et 26 janvier 1988)..... 58

7.6.1.1 Température intérieure.... 59
7.6.1.2 Humidité relative..... 60
7.6.1.3 Concentration de gaz..... 60
7.6.1.4 Vitesse de l'air..... 60

7.6.2 Mesures de printemps (14 et 15 avril 1987)..... 61

7.6.2.1 Température..... 61
7.6.2.2 Humidité relative..... 61
7.6.2.3 Concentration de gaz..... 62
7.6.2.4 Vitesse de l'air..... 62

7.7 Santé du troupeau..... 62

8.0 VOYAGE EN ONTARIO..... 63

9.0 ÉTABLES DU CENTRE D'INSÉMINATION ARTIFICIELLE.. 63

9.1 Introduction..... 63

9.2 Description des aménagements..... 64

9.3 Description du système de ventilation..... 64

9.4 Résultats obtenus..... 67

9.4.1 Température intérieure..... 68
9.4.2 Humidité relative..... 68
9.4.3 Concentration de gaz..... 68
9.4.4 Vitesse de l'air..... 69

TABLE DES MATIÈRES (suite)

page

9.5 Photos des étables du CIAQ..... 69

10.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS..... 72

APPENDICE : SOMMAIRES MÉTÉOROLOGIQUES ET FEUILLES DE RÉSULTATS

1.0 INTRODUCTION

En juin 1986, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a confié au CRIQ le mandat de réaliser une étude sur l'efficacité de systèmes de ventilation naturelle dans des bâtiments chauds (isolés) abritant des animaux.

Selon l'approche retenue, l'évaluation serait basée sur l'analyse comparative des conditions ambiantes entre deux bâtiments ventilés naturellement et un bâtiment témoin ventilé mécaniquement.

L'efficacité d'un système de ventilation naturelle étant fonction entre autres des forces aérodynamiques créées par le vent, ainsi que par les forces ascensionnelles créées par la différence des températures intérieure et extérieure, les données suivantes seraient recueillies: vitesse et direction du vent, température et humidité relative de l'air extérieur. Les conditions intérieures recueillies, y compris dans le bâtiment témoin, seraient: concentration de gaz (NH_3, CO_2, H_2S), humidité relative, température, vitesse de déplacement d'air en différents points.

Pour chaque bâtiment, les mesures en continu faites par le CRIQ seraient recueillies sur trois (3) périodes, une première débutant en juillet/août 1986 pour refléter les conditions de ventilation par temps chaud, une deuxième en octobre/novembre pour les conditions de mi-saison, et une dernière en janvier/février 1987 pour les conditions d'hiver. Pour chaque période, les essais seraient réalisés à tour de rôle dans chaque bâtiment avec le même système d'instrumentation. On considérait qu'une période de sept (7) jours permettrait un échantillonnage statistiquement représentatif, tout en assurant la fiabilité des données et ceci tout en limitant le plus possible le temps d'exposition de l'instrumentation à des conditions sévères.

Ceci constituait en gros le protocole expérimental soumis par le CRIQ. La première campagne d'essai n'a pu être réalisée à l'été 1986, à cause de problèmes de délais de livraison sur certains instruments de mesure. Il fut donc convenu de déplacer les campagnes d'essai, en débutant en automne 1986 pour les conditions de mi-saison, et en complétant par l'hiver et l'été 1987.

En compagnie de MM. Michel Fortier et Marcel Dussault, ingénieurs du MAPAQ, des visites ont été effectuées dans le but d'arrêter un choix sur trois (3) des installations les plus intéressantes pour le projet, compte tenu de certaines contraintes expérimentales. Le processus de sélection s'est avéré être assez long, compte tenu du fait que le nombre de bâtiments à ventilation naturelle est assez limité et que certains producteurs n'ont pas voulu participer à l'expérience.

Finalement, le choix fut arrêté sur les trois (3) installations suivantes, où des mesures en continu ont été menées par le CRIQ:

- Porcherie d'engraissement à ventilation naturelle à contrôle manuel: M. Gaétan Proulx de St-Georges de Windsor (819) 828-3434 (3409).

- Porcherie d'engraissement à ventilation naturelle à contrôle automatique (de marque FAROMOR) adjacente à une porcherie à gestation à ventilation mécanique. Cette double porcherie est située à St-Valérien et appartient à M. Alain Beaudry (514) 549-2732.

- Porcherie d'engraissement à ventilation mécanique située à St-Gervais de Bellechasse et appartenant à M. Bertrand Lacasse (418) 887-6646.

De plus, des mesures ponctuelles ont par après été prises par le MAPAQ dans l'étable ventilée naturellement de M. Paul-Aimé Chaumont de Ste-Anne-des-Plaines et dans celles du CIAQ* à Ste-Madeleine; les résultats provenant de ces mesures sont présentés dans des sections supplémentaires de ce rapport.

Les essais menés par le CRIQ ont débuté le 23 octobre 1986 dans le bâtiment de M. Gaétan Proulx à St-Georges-de-Windsor. Au bout d'une semaine d'essai, on a observé que les sondes omnidirectionnelles utilisées pour la mesure des vitesses d'air étaient sérieusement endommagées, à cause notamment des conditions très sévères d'environnement prévalant dans cette porcherie. Il a fallu interrompre temporairement le programme d'essai de façon à réparer les sondes et à vérifier leurs limites d'opération.

Une fois ces problèmes contrôlés, il a été convenu d'effectuer les campagnes d'essai complètes à l'hiver, au printemps et à l'été 1987.

2.0 DESCRIPTION DE L'INSTRUMENTATION

Trois systèmes indépendants de filerie, vérifiés et calibrés en laboratoire, furent installés dans les bâtiments retenus. Bien que plus coûteuse en matériel, cette solution a été jugée hautement préférable à l'utilisation d'un même système de filerie qui aurait dû être déplacé à de nombreuses reprises, avec le risque de transmission de maladie d'une porcherie à l'autre. Cette filerie servait donc à transmettre les signaux générés par nos divers instruments de mesure:

- de température;
- d'humidité relative;
- de vitesse de déplacement d'air;
- d'analyse de gaz (CO_2).

---

*CIAQ: Centre d'Insémination Artificielle du Québec.

Tous les signaux provenant des instruments de mesure étaient fournis à un autoscripteur Hewlett Packard #3497 (data-logger) relié à un micro-ordinateur HP85. Le système fut programmé de façon à ce que les lectures soient prises automatiquement à intervalles réguliers (5 minutes), et conservées sur médium magnétique (cassette) pour traitement ultérieur. De plus, le système était programmé de façon à se remettre en marche automatiquement après une panne d'électricité. Grâce à une horloge interne avec réserve de puissance, la synchronisation était maintenue et les données étaient enregistrées dans le même fichier, une fois le courant rétabli.

Température:

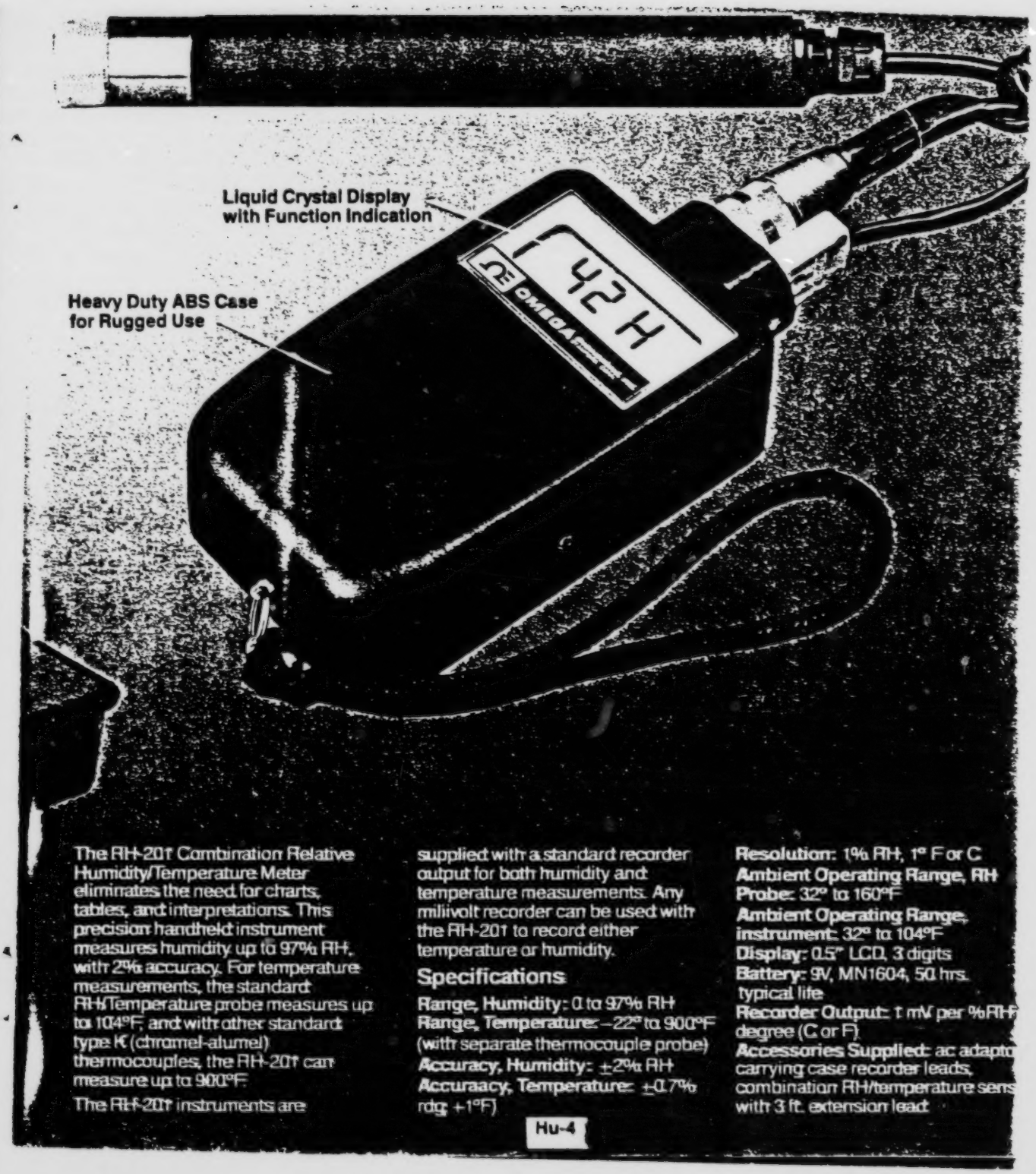
Les mesures de températures ont été effectuées à l'aide de thermistors calibrés, fonctionnant sur le principe du changement de résistance électrique d'un élément avec la température. La courbe de variation de résistance des thermistors fut intégrée dans le logiciel d'acquisition de données.

Humidité relative:

Les mesures d'humidité relative de l'air ont été prises à l'aide de transmetteurs d'humidité relative fonctionnant sur le principe du changement de capacitance d'un senseur avec le contenu hygrométrique de l'air. Ces hygromètres à affichage digital présentant une sortie analogique linéaire, furent pré-calibrés en laboratoire avec l'aide d'un bain de calibration spécial (voir figure 1).

Vitesse d'air:

Les mesures de vitesse de déplacement d'air intérieur, en certains points des bâtiments, ont été effectuées à l'aide de sondes anémométriques spécialement conçues par la compagnie américaine TSI pour les faibles vitesses d'écoulement, c'est-à-dire entre 0 et 3 m/sec (0 et 600 pieds/minute): modèle TSI #1620. Le CRIQ a fait l'aquisition de huit (8) sondes expressément pour les besoins de ce projet.



The RH-20† Combination Relative Humidity/Temperature Meter eliminates the need for charts, tables, and interpretations. This precision handheld instrument measures humidity up to 97% RH, with 2% accuracy. For temperature measurements, the standard RH/Temperature probe measures up to 104°F, and with other standard type K (chromel-alumel) thermocouples, the RH-20† can measure up to 900°F.

The RH-20† instruments are supplied with a standard recorder output for both humidity and temperature measurements. Any millivolt recorder can be used with the RH-20† to record either temperature or humidity.

Specifications

Range, Humidity: 0 to 97% RH
Range, Temperature: –22° to 900°F (with separate thermocouple probe)
Accuracy, Humidity: ±2% RH
Accuraacy, Temperature: ±0.7% rdg; +1°F)
Resolution: 1% RH, 1° F or C
Ambient Operating Range, RH Probe: 32° to 160°F
Ambient Operating Range, instrument: 32° to 104°F
Display: 0.5" LCD, 3 digits
Battery: 9V, MN1604, 50 hrs. typical life
Recorder Output: 1 mV per %RH degree (C or F)
Accessories Supplied: ac adapter carrying case recorder leads, combination RH/temperature sens with 3 ft. extension lead

Hu-4

Figure 1

Ces sondes spéciales (résistance de platine enroulée sur une sphère recouverte d'une feuille d'aluminium) sont très précises mais fragiles mécaniquement: afin de les protéger sans affecter leur rendement, elles ont été munies d'un garde protecteur fabriqué de fil de métal. De plus, leur réponse ou leur précision est grandement affectée par toute contamination, ce qui constitue un problème sérieux dans une porcherie. Nous avons dû augmenter la fréquence de nos visites dans le but de nettoyer les sondes. Les circuits de ces appareils nécessitent une source d'alimentation bien contrôlée (9 volts), la moindre surtension pourrait endommager la sonde, phénomène qui est accentué par la présence de contaminant (poussières, mouches, gouttes d'eau, etc.) qui crée un effet d'isolant. D'ailleurs, la première série de mesures faite en octobre 1986 a été interrompue au bout d'une semaine, car toutes les sondes étaient endommagées. Les autres séries de mesures ont été faites avec quatre (4) sondes au lieu de huit (8), afin de limiter le risque d'utilisation dans les porcheries.

Chacune de ces sondes anémométriques a été fournie par la compagnie TSI avec une courbe de calibration, exprimant mathématiquement la valeur de sortie analogique (en volt) en fonction de la vitesse de l'air. Ces relations de type exponentiel ont été intégrées dans le logiciel d'acquisition de données. Ces sondes de vitesse sont omnidirectionnelles, elles peuvent donc mesurer la vitesse de l'air peu importe sa direction, et ceci indépendamment de la température, grâce à un circuit de compensation. Finalement, l'erreur dans la mesure de la vitesse, est d'environ 3% pour un écoulement perpendiculaire, jusqu'à un maximum de 10% s'il ne l'est pas. La figure 2a illustre une courbe de calibration typique, tandis que la figure 2b montre l'appareil en question.

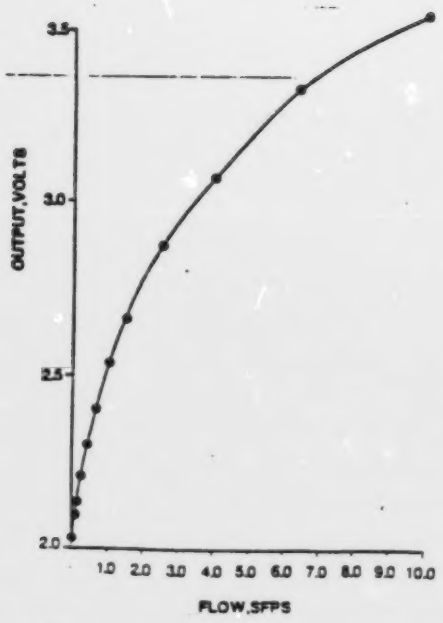


Figure 2a

Courbe de calibration typique d'une sonde anémométrique

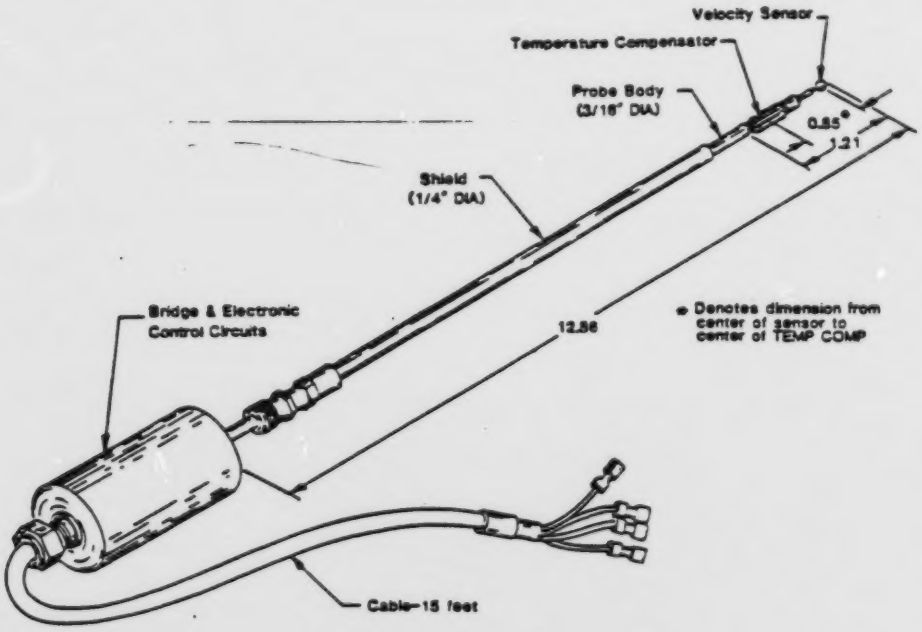


Figure 2b

Sonde anémométrique omnidirectionnelle
pour basses vitesses

Concentration de gaz:

Un nouvel appareil a été acquis de la compagnie américaine ANARAD par le CRIQ spécialement pour les fins de ce projet pour la mesure de faibles concentrations de CO_2 variant entre 0 et 3 000 ppm*. Cet appareil fonctionne sur le principe de l'absorption de rayonnement infrarouge qui varie en fonction de la concentration de ce gaz dans l'air. Par l'action d'une petite pompe interne, l'appareil aspire de l'air de la pièce à un débit d'environ ½ litre par minute. Grâce à un circuit de linéarisation, l'appareil présente une sortie analogique directement proportionnelle à la concentration de gaz CO_2 existant dans l'air.

Malheureusement, dans les conditions difficiles dans lesquelles il a dû opérer, cet appareil n'a pas offert de performance fiable. Les causes exactes n'ont pu être déterminées de façon certaine, mais il est probable que l'apareil soit très sensible aux variations de température et aux chocs et déplacements durant le transport, en plus de la contamination présente dans les porcheries. La figure 3 illustre l'appareil en question.

Finalement, les lectures de concentration de gaz ont été faites de façon ponctuelle avec l'aide de tubes DRAGER (CO_2, NH_3, H_2S). Ces tubes détecteurs de gaz sont des tubes en verre fermés contenant une substance granulaire comprenant un réactif qui réagit en changeant de couleur en présence d'un gaz spécifique. Ces tubes sont utilisés avec une petite pompe manuelle (à soufflet) qui fait circuler un volume d'air donné dans le réactif, une fois que les deux (2) extrémités des tubes ont été brisés. Chaque type de tube détecteur a un indice de débit d'air à respecter, qui est normalement déterminé selon un certain nombre de coups de pompe à donner.

---

* ppm: parties par million

Vitesse et orientation du vent:

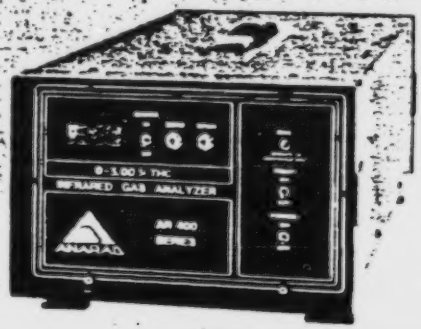
Au niveau des conditions de vitesses et d'orientation du vent, nous nous sommes servis d'une station de météo, chez MM. Proulx et Beaudry. Cette station enregistrait avec des plumes traçantes (papier graphique qui se déplace sur un tambour), la température et l'humidité relative, mais surtout la vitesse et l'orientation du vent.

Nous avons pu aussi obtenir les sommaires météorologiques d'Environnement Canada fournis pour trois (3) villes localisées près des installations mises à l'essai. Ces sommaires fournis avec nos feuilles de résultats nous permettent de connaître en tout temps d'une façon tabulée les conditions tant hygrométriques que dynamiques de l'air extérieur.

Pour la porcherie Lacasse, le sommaire de l'aéroport de Québec peut possiblement s'appliquer, alors que pour la porcherie Proulx, le sommaire de Sherbrooke peut être utilisé. Étant donné la situation géographique de St-Valérien par rapport à St-Hubert et Sherbrooke, on peut faire une moyenne entre les valeurs de ces deux villes dans le cas de la porcherie Beaudry.

Portable Analyzers — AR-400 series

- SOLID-STATE SENSOR
- LINEARIZED OUTPUT
- INTERNAL CALIBRATION
- INTERNAL PUMP
- DUAL RANGE



AR-411

The Anarad AR-400 Series gas analyzers fill the need for portable analyzers. These systems provide a digital light emitting diode display, zero and span controls, internal calibration and are available with optional battery pack.

The AR-411 is a single gas analyzer, whereas the AR-412 is the dual gas version. The AR-412 has the capability of monitoring two discrete gaseous components of a multi-gas sample stream. The analysis is performed by using a single source and sample cell coupled with two separte filter detector assemblies. The output from the detectors is processed as though there were two distinct instruments with separate readouts and controls for each gas. The non-dispersive infrared bench system which is common to all models is composed of a dual beam optical bench. The source and detector cavities are sealed, eliminating contamination problems on optical surfaces and crosstalk with ambient gases.

The Anarad AR-413 was developed as a result of direct experience with heat treating companies. In the past few years heat treating has become increasingly complex. Shortages of natural gas (methane) has led utilities to "spike" the gas delivered with propane and other hydrocarbons. Although spiking keeps the BTU content constant, the carbon potential becomes erratic. Many heat treaters have had to turn to alternate means of carbon potential generation, such as alcohol cracking, or nitrogen based atmospheres.

This additional complexity has given rise to the need to measure additional components in the furnace atmosphere. The Anarad AR-413 measures CO2, CO and CH4 simultaneously without compromising any of the measurements. The system actually looks at three different spectral regions with three different detectors. The detector outputs are processed by separate processor boards and displayed on separate outputs. Recorder outputs are available for each gas.

The instrument is furnished with its own internal pump and internal final filter at no additonal cost. It is suggested that a larger capacity external filter be used to facilitate filter changing and to insure complete particulate removal.

Figure 3

3.0 DESCRIPTION SOMMAIRE DES BATIMENTS MIS A L'ESSAI

3.1 Porcherie à ventilation naturelle (contrôle manuel) de M. Gaétan Proulx: (819) 828-3434 (3409)

Les mesures furent effectuées dans la première section (voir photos), ayant 37,8 m de longueur par 11,0 m de largeur, et dont la construction a eu lieu en 1981. Cette porcherie entièrement lattée a une capacité d'environ 660 porcs à l'engrais, dont le poids varie entre 15 et 100 kg. Lors de la première série de mesures faites en octobre 1986, M. Proulx venait de terminer la construction d'une deuxième section de porcherie (presque identique à la première) de 39,6 m de longueur, ayant une capacité de 700 porcs. Au niveau de l'orientation, l'axe longitudinal de la porcherie est presque nord-ouest/sud-est, plus précisément à 40° par rapport au nord magnétique.

Le plafond est en pente tandis que le système de ventilation est peu élaboré, soit des volets latéraux non-isolés en contre-plaqué de ½ pouce d'épaisseur et de 300 mm de hauteur situés au milieu des murs longitudinaux du bâtiment, sur toute leur longueur et ce pour l'apport d'air frais. Une sortie d'air de 600 mm de largeur située à la longueur dans le faîte de la bâtisse, permet l'évacuation de l'air vicié; ce panneau isolé manipulé avec l'aide de câbles et de manivelles, sert de déflecteur de contrôle de la sortie d'air. De plus, un système de chauffage électrique est disponible pour pousser de l'air chaud sous le plancher latté, dans les conditions de température les plus critiques. Les photos suivantes illustrent l'extérieur comme l'intérieur de cette porcherie, avec certaines explications supplémentaires.

L'alimentation des porcs est de type liquide, soit du petit-lait (lactosérum) auquel sont mélangés des concentrés nécessaires.

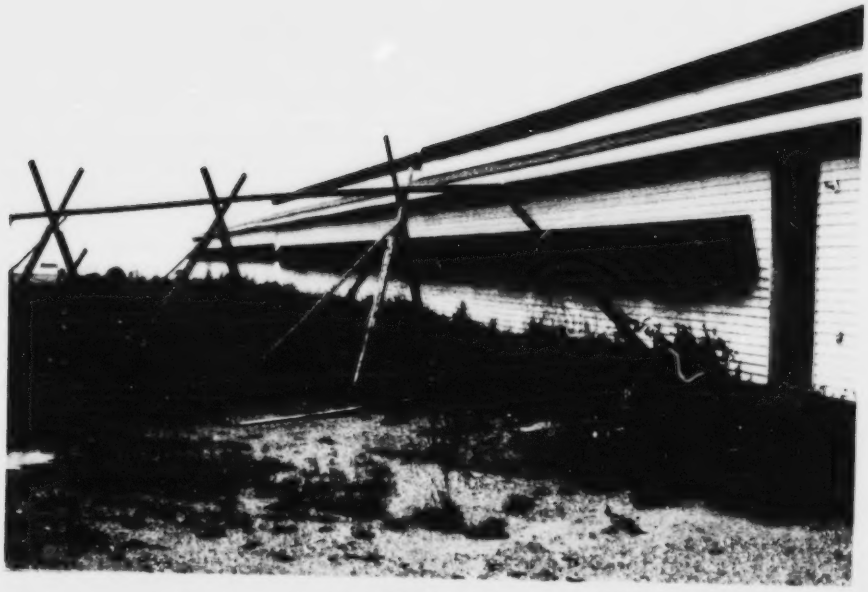


Photo 1

Mur nord-est vers l'entrée;
on peut y voir la fin de la première porcherie
et le début de la plus récente

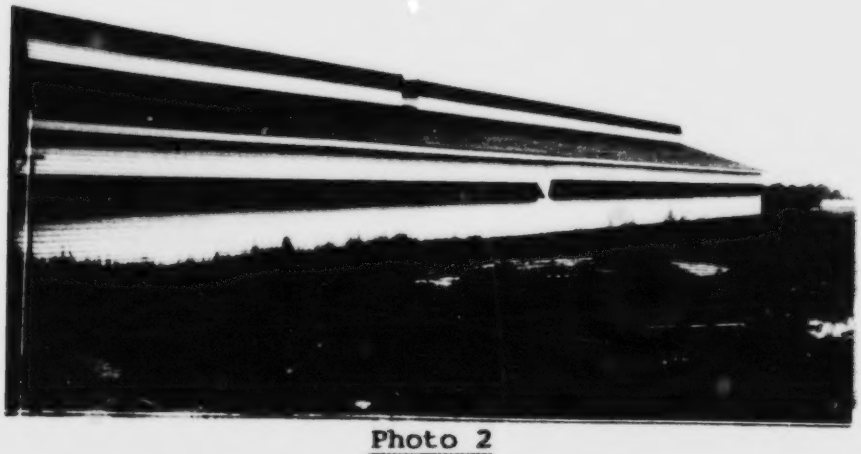


Photo 2

Mur sud-ouest vers l'entrée nord-ouest

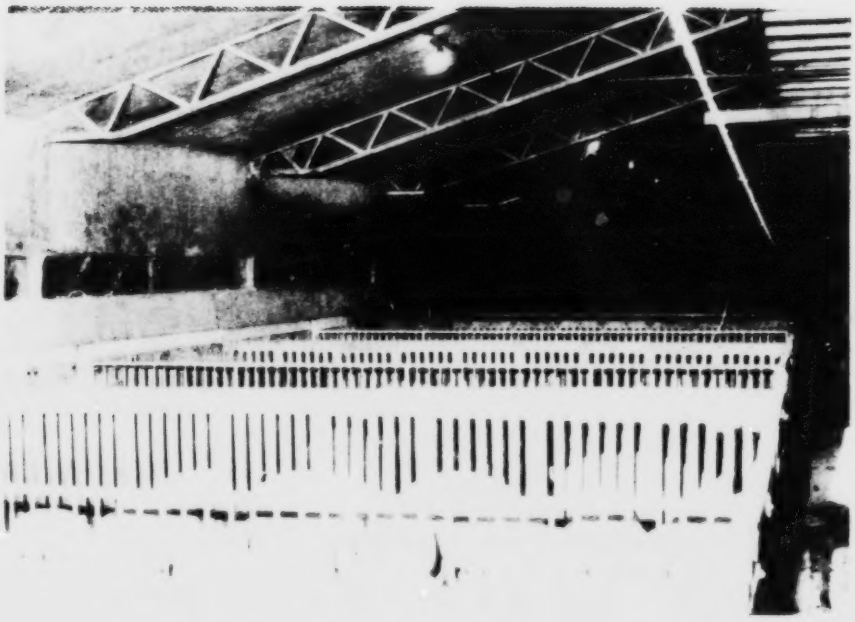


Photo 3

Volets d'alimentation d'air frais
côté sud-ouest

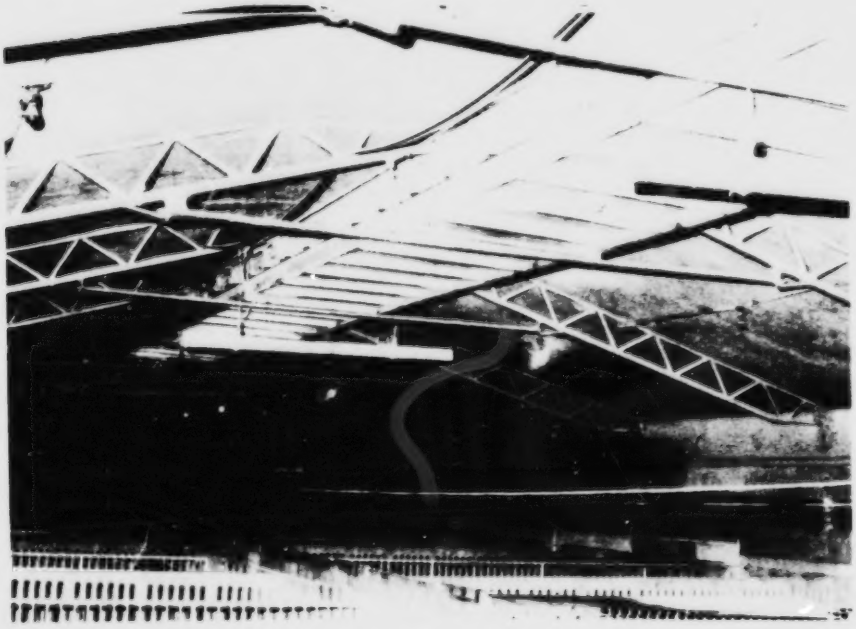


Photo 4

Volets d'alimentation du mur nord-est
et déflecteur de 600 mm de largeur sous la
sortie d'air centrale de 300 mm

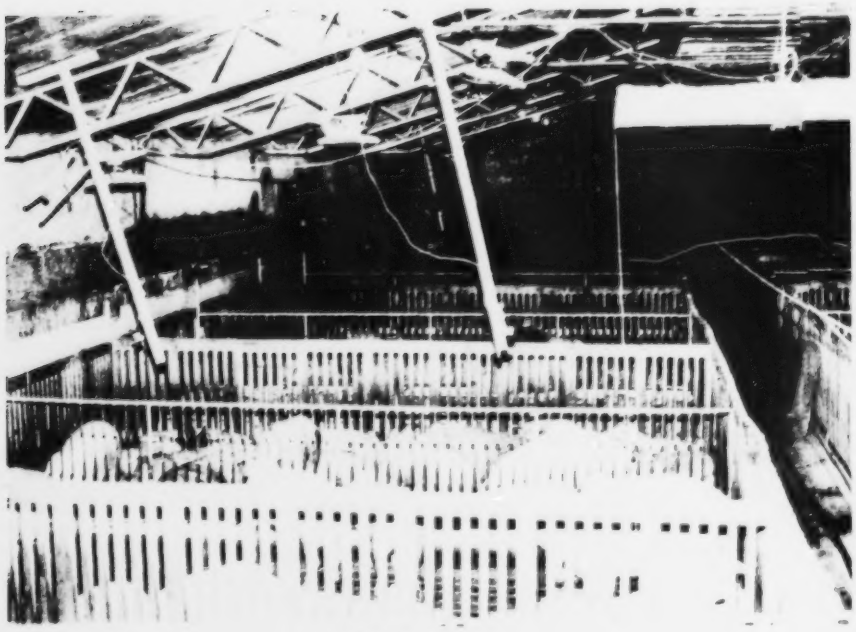


Photo 5

Système fixé au plafond de la porcherie pour supporter les sondes de vitesse et de température

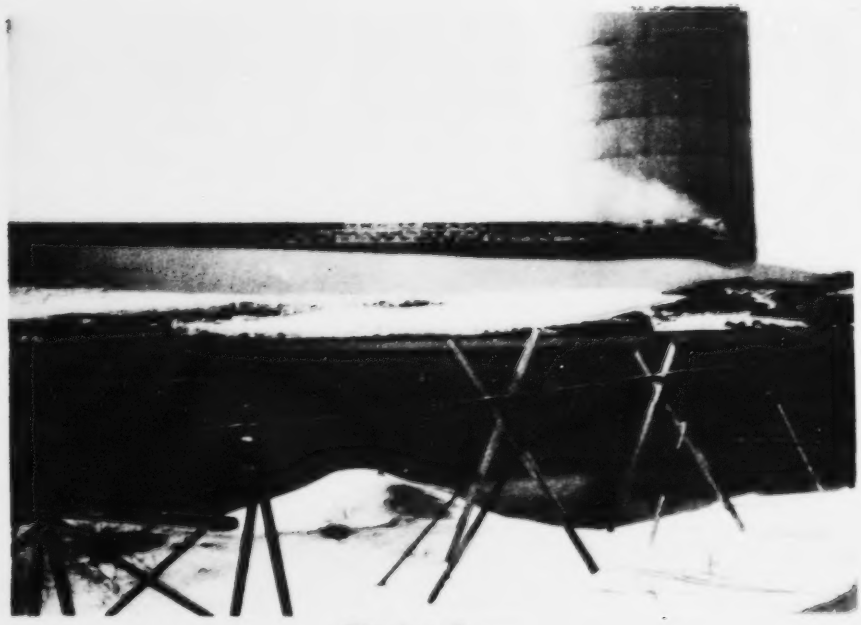


Photo 6

Façade nord-est de la bâtisse vers l'entrée

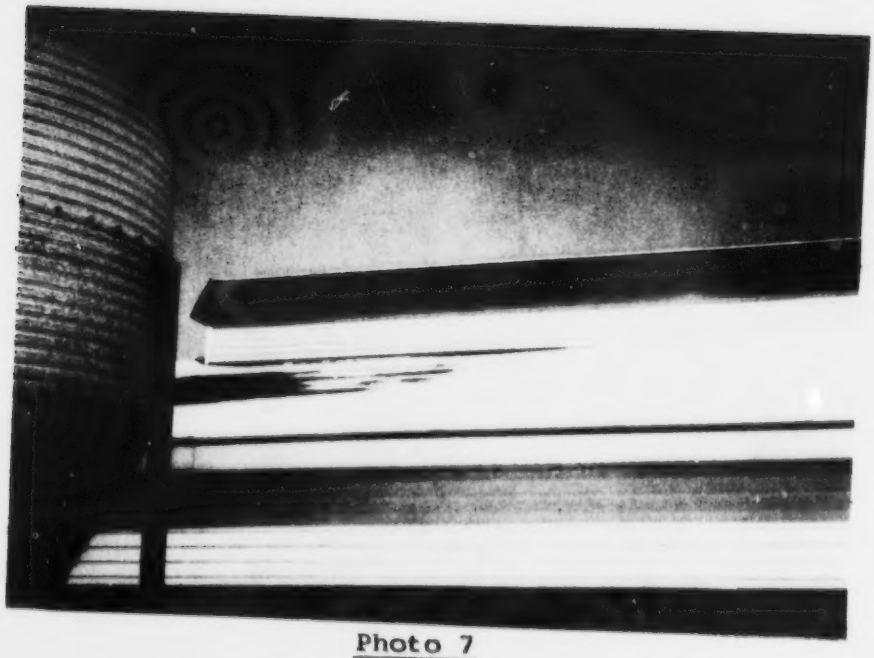


Photo 7

Façade sud-ouest

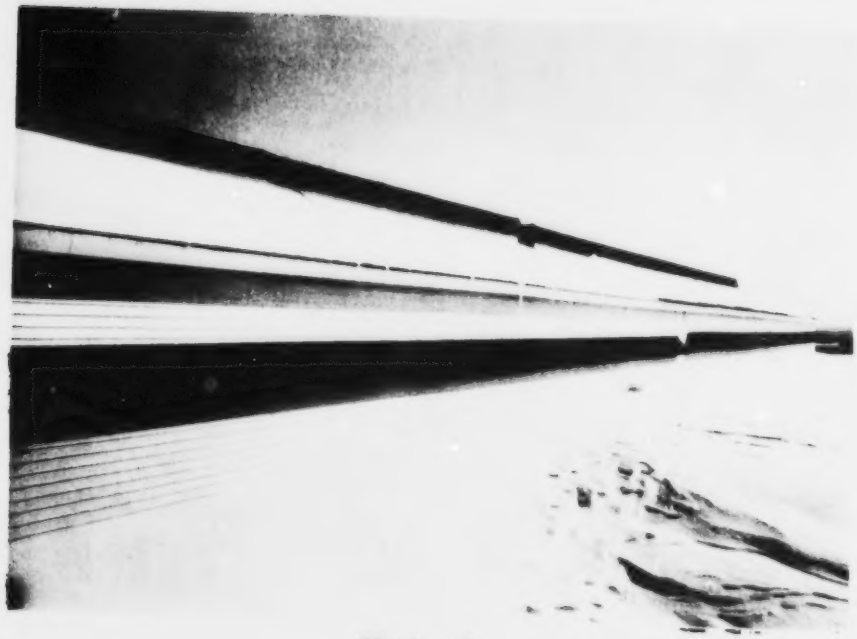


Photo 8

Façade sud-ouest

Photo 9

Façade nord-est

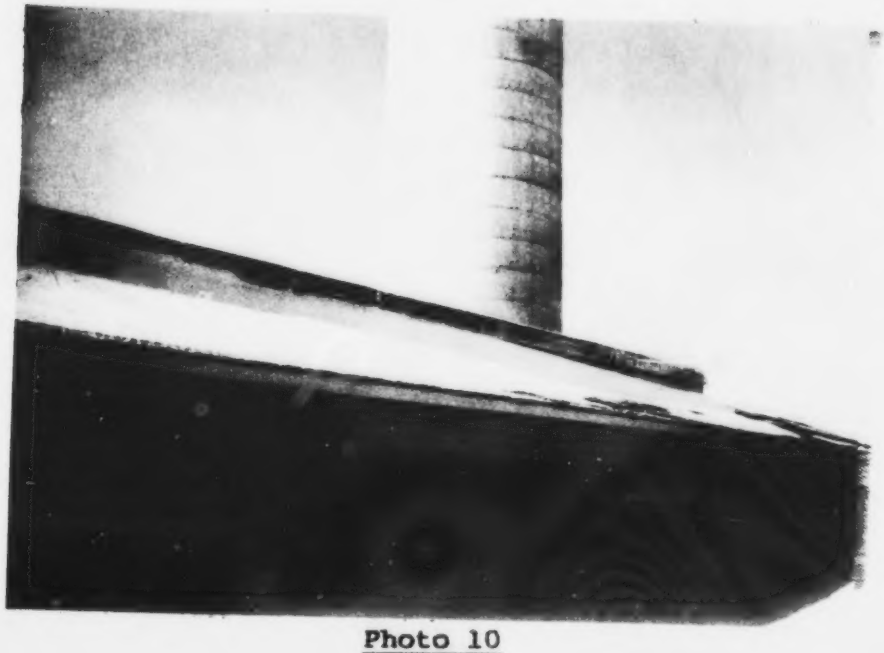


Photo 10

Façade nord-est

3.2 Porcheries de M. Alain Beaudry: (514) 549-2732

Cette porcherie se divise en deux sections, soit:

- une section de gestation à ventilation mécanique;
- une autre d'engraissement à ventilation naturelle automatique.

Comme mentionné auparavant, les deux porcheries sont adjacentes, dans le même axe longitudinal. D'une largeur de 11 mètres, la porcherie de gestation a 21,3 m de longueur, tandis que celle d'engraissement a comme dimensions 9,8 m de largeur sur 48,8 m de longueur. Au moment où les mesures d'hiver ont été prises, il y avait 74 truies et verrats dans la partie gestation et 500 porcs dans la partie engraissement. Au niveau de l'orientation, l'axe longitudinal de ces porcheries est nord-nord-ouest, plus précisément 20° par rapport au nord magnétique.

Le plafond est horizontal dans la porcherie à ventilation mécanique, tandis qu'il est avec une pente dans la partie à ventilation naturelle. Comme il fut mentionné auparavant, le système de ventilation dans cette dernière partie est un système automatique fabriqué par la compagnie ontarienne FAROMOR.

La porcherie à ventilation naturelle, qui date d'août 1985, comprend 25 parcs de 1,8 m de largeur de chaque côté et est lattée au mur, seulement dans la section de déjection, sur une largeur de 1,2 m. Dans la porcherie à ventilation mécanique, il n'y a aucun lattage. Les verrats y sont sur un plancher de béton, tandis que les truies sont chacune dans une loge surélevée (2 rangées de 32); cette porcherie construite en 1978 est munie d'un nettoyeur à fumier mécanique.

Photo 11

Façade ouest de la porcherie à ventilation naturelle illustrant les volets motorisés

Photo 12

Façade est des deux porcheries, d'abord mécanique puis naturelle

Photo 13

Illustrant le mur mitoyen en béton entre les deux porcheries, ainsi que le début de la section de volets motorisés

Photo 14

Illustrant le lattage dans la section de déjection de la porcherie à ventilation naturelle

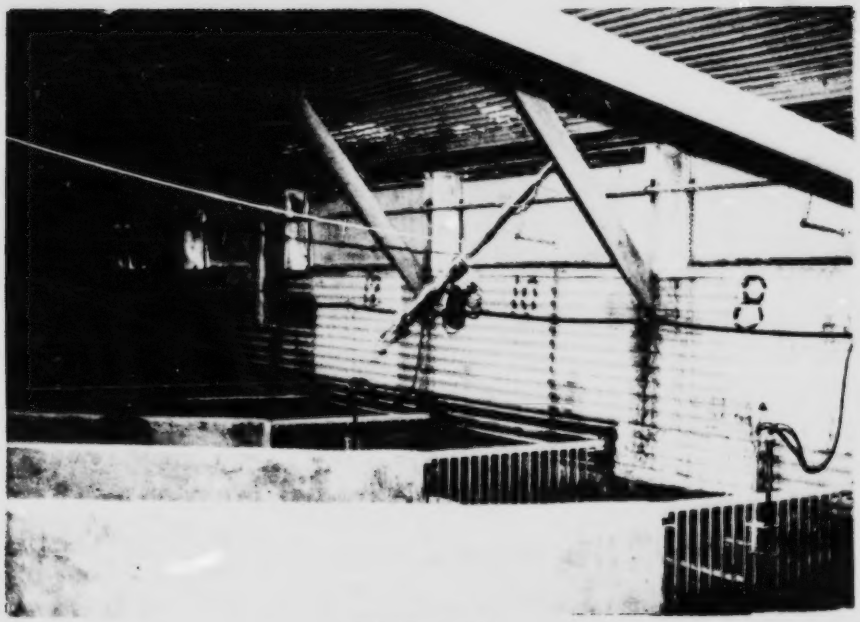


Photo 15

Illustrant les volets motorisés du système de ventilation naturelle du mur du côté ouest ainsi qu'une des tiges de support des senseurs de vitesse et de température

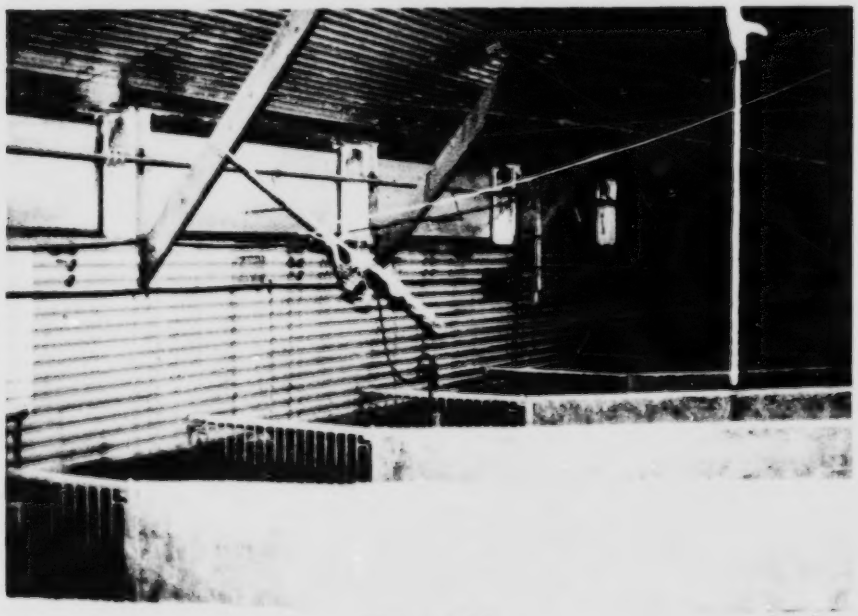


Photo 16

Illustrant les volets motorisés du système de ventilation naturelle du mur du côté est ainsi qu'une des tiges de support des senseurs de vitesse et de température

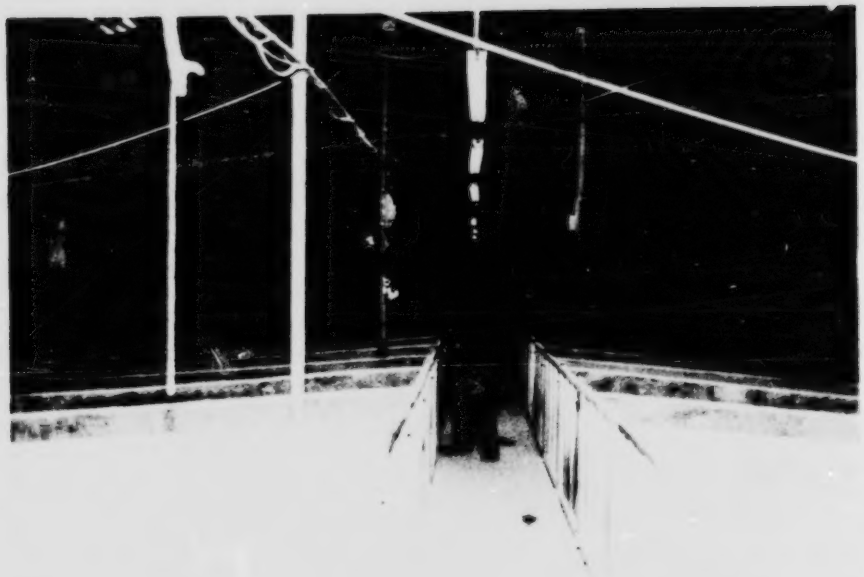


Photo 17

Vue d'ensemble de la porcherie
à ventilation naturelle

Photo 18

Vue rapporchée des tiges de support avec senseurs de température et de vitesse d'air

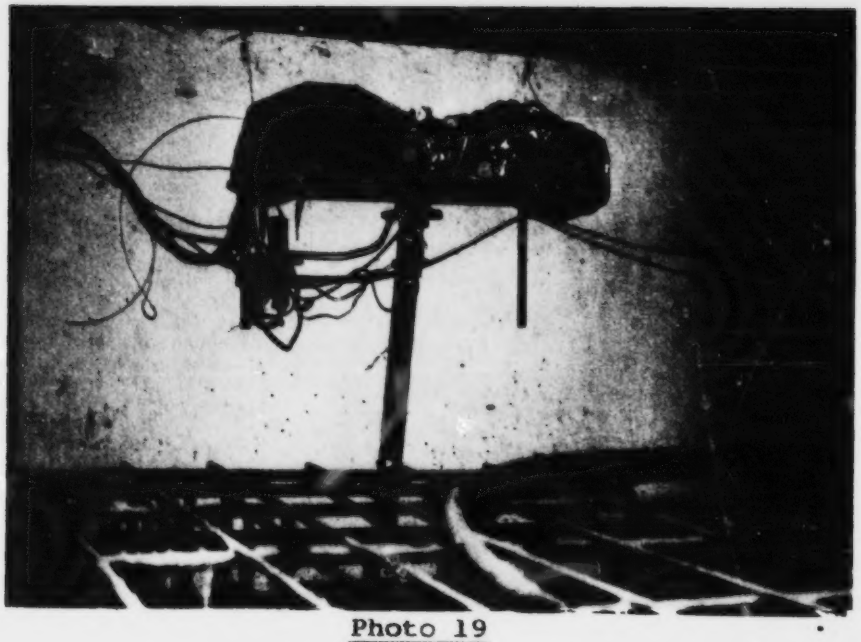


Photo 19

Illustrant le système d'aquisition de données et l'ordinateur Hewlett Packard, l'analyseur de gaz CO_2 de marque ANARAD, les hygromètres, le "power supply" pour les sondes de vitesse et une partie du filage installé sur le mur mitoyen, dans la partie ventilation mécanique

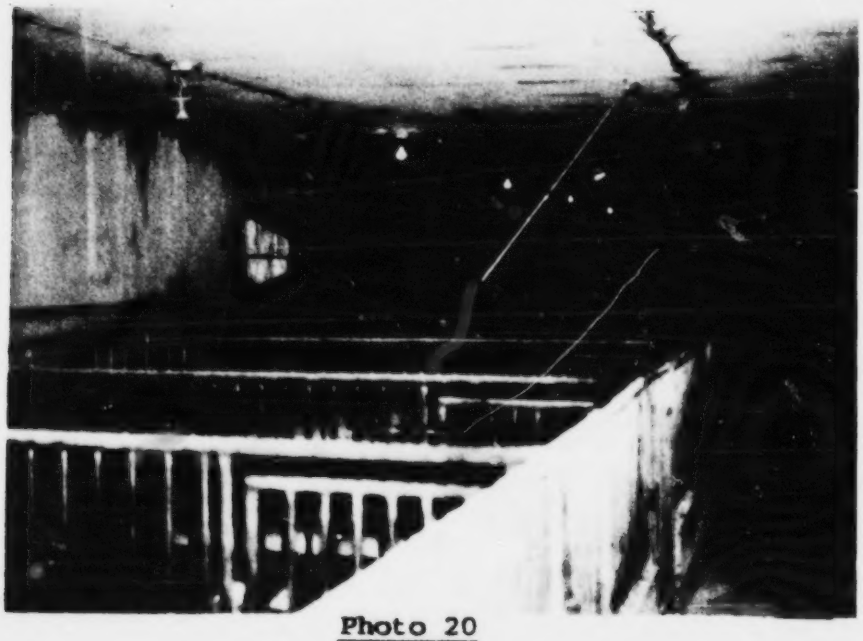


Photo 20

Mur du côté est de la porcherie à ventilation mécanique, extrémité sud, illustrant une tige typique de support des senseurs

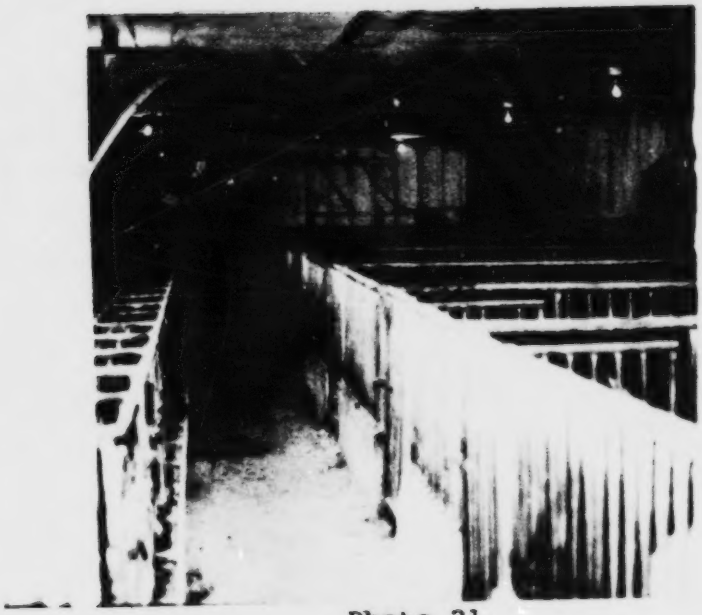


Photo 21

Mur côté est, extrémité nord
Notons que cette porcherie est munie de 3
ventilateurs à hélices pour l'extraction d'air

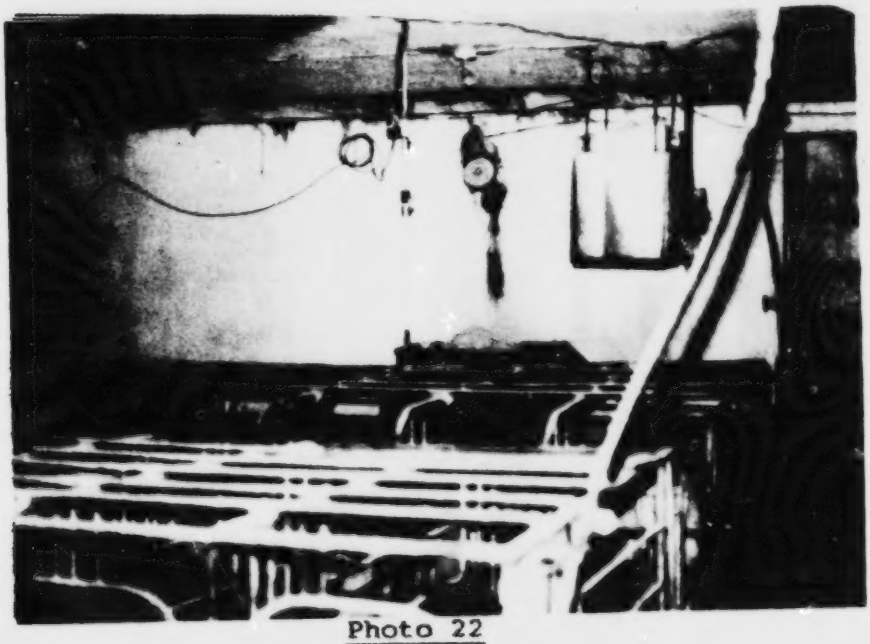


Photo 22

Mur du côté ouest, extrémité nord,
illustrant l'entrée d'air continue dans le haut
du mur, une tige de support des senseurs de
vitesse et de température, ainsi qu'une chaufferette
au gaz propane

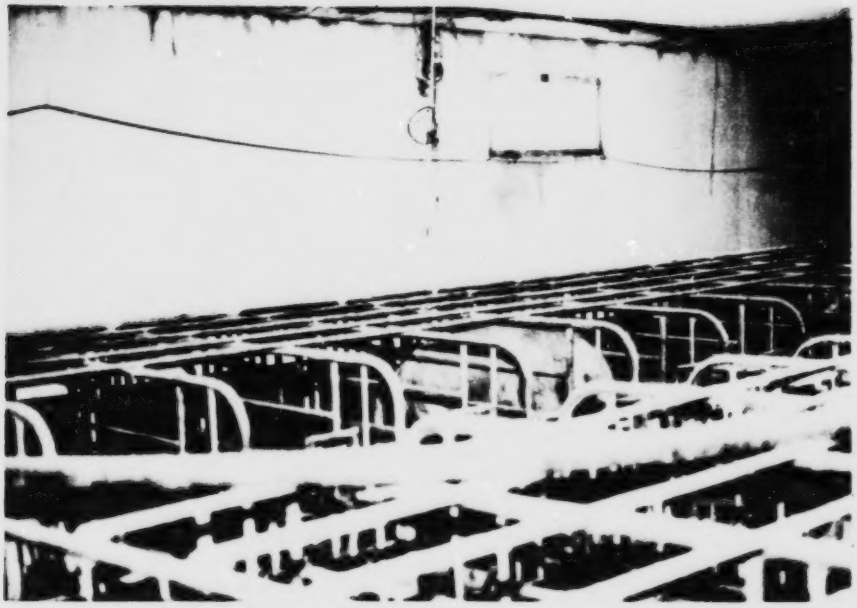


Photo 23

Extrémité sud du mur du côté ouest,
où l'on aperçoit une fenêtre
qui sert aussi d'entrée d'air durant l'été

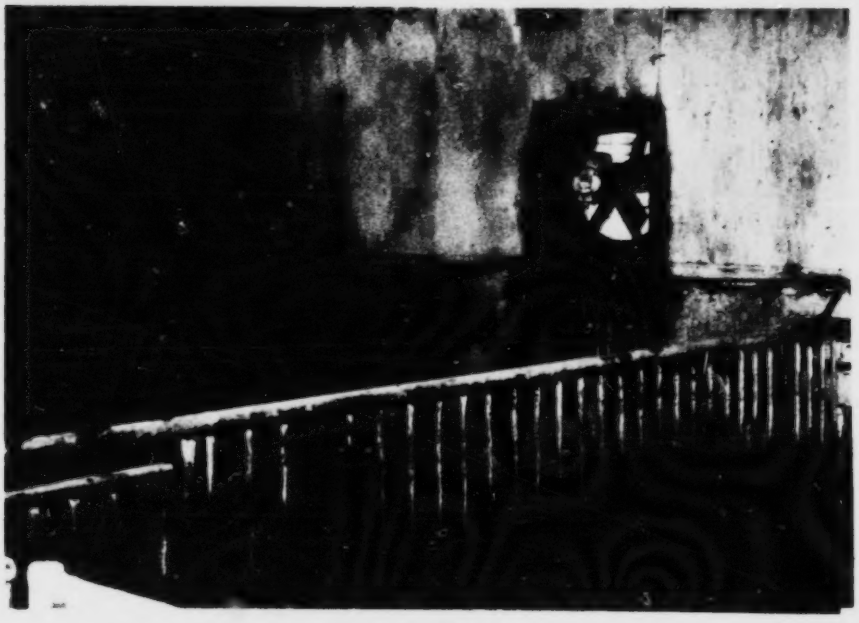


Photo 24

Vue rapprochée d'un des trois ventilateurs
d'extraction d'air

3.3 Porcherie à ventilation mécanique de M. Bertrand Lacasse: (418) 887-6646

Cette porcherie dont la longueur est de 38,1 m et dont la largeur est de 11 m sert en grande partie à l'élevage de porcs de race pure (surtout de l'engraissement). L'axe longitudinal de la porcherie est nord-nord-est, plus précisément à 15° à l'ouest du nord magnétique.

A l'examen des photos suivantes, nous pouvons voir que c'est une porcherie à ventilation mécanique modèle, construite et régie selon des principes mis de l'avant par les spécialistes du MAPAQ. Le système de ventilation est constitué par une prise d'air continue située du côté est-nord-est et de ventilateurs d'extraction d'air localisés sur le mur longitudinal opposé. Chacun des ventilateurs à hélices au nombre de dix (10) de marque VICTORIA est contrôlé par un thermostat individuel de type classique (± 2°C). En partant du sud vers le nord, le diamètre des ventilateurs en mm (avec la capacité nominale en litre/sec à 3 mm d'eau de pression statique entre parenthèses) est le suivant:

300 (470), 400 (940), 350 (850), 450 (1 320), 300 (470), 450 (1 320), 350 (850), 500 (1 600), 400 (940), 300 (470)

N.B. Pour tranformer l'unité de "litre/sec" en "pi^3/ min", il suffit de multiplier par le facteur 2,11894.

La capacité de ventilation installée est donc estimée être entre 9 000 et 9 400 litres/sec, alors que pour 350 porcs, selon les normes et calculs, le débit requis devrait être autour de 12 200 litres/sec, ce qui peut rendre la ventilation déficiente par temps très chaud.

Les porcs séjournent sur un plancher de béton, à la grandeur de chaque parc, donc sans lattage. Une rigole le long de chaque mur longitudinal près de la zone de déjection, sert à la réception puis à l'évacuation du fumier.

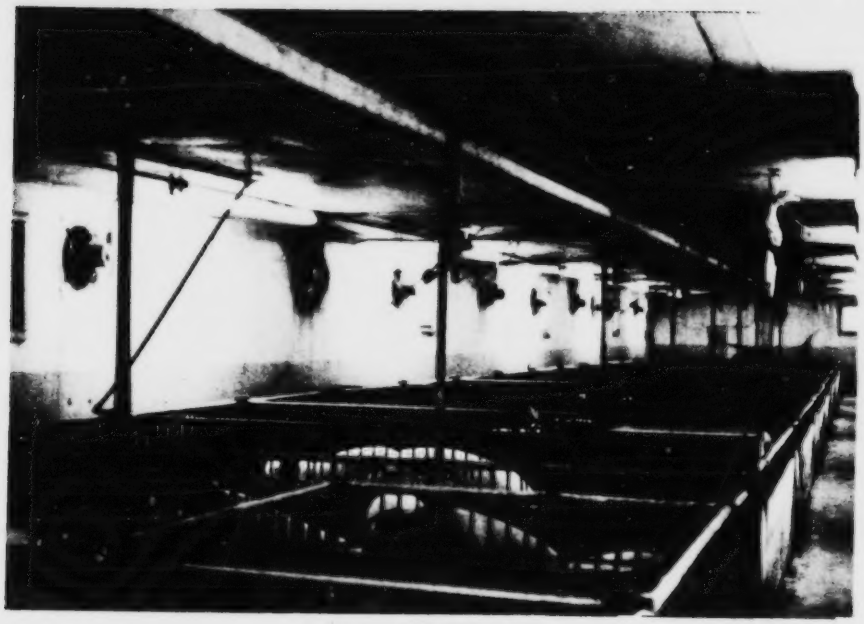


Photo 25

Vue partielle du mur du côté ouest, vers le nord

Photo 26

L'autre extrémité du mur ouest

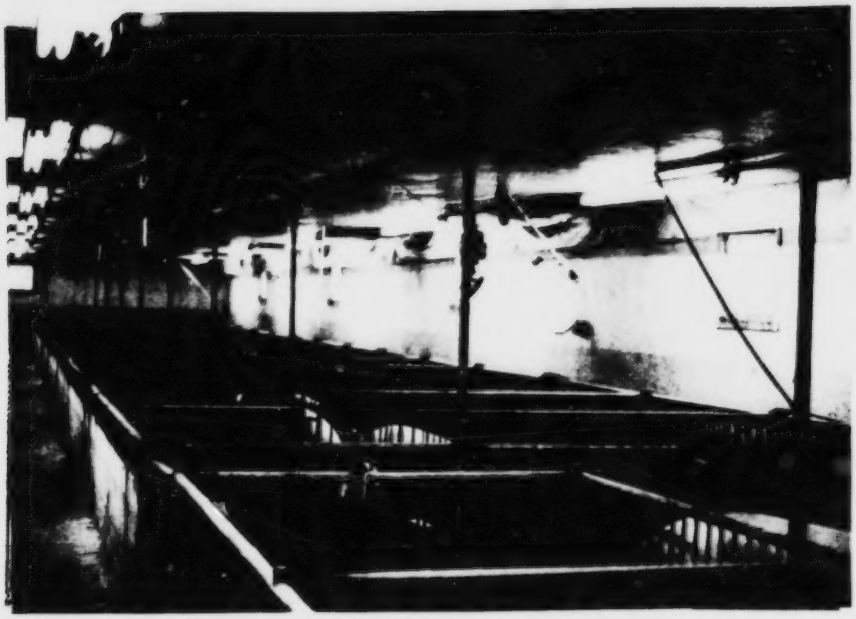


Photo 27

Partie centrale et extrémité nord du mur est,
où l'on aperçoit l'entrée d'air continue

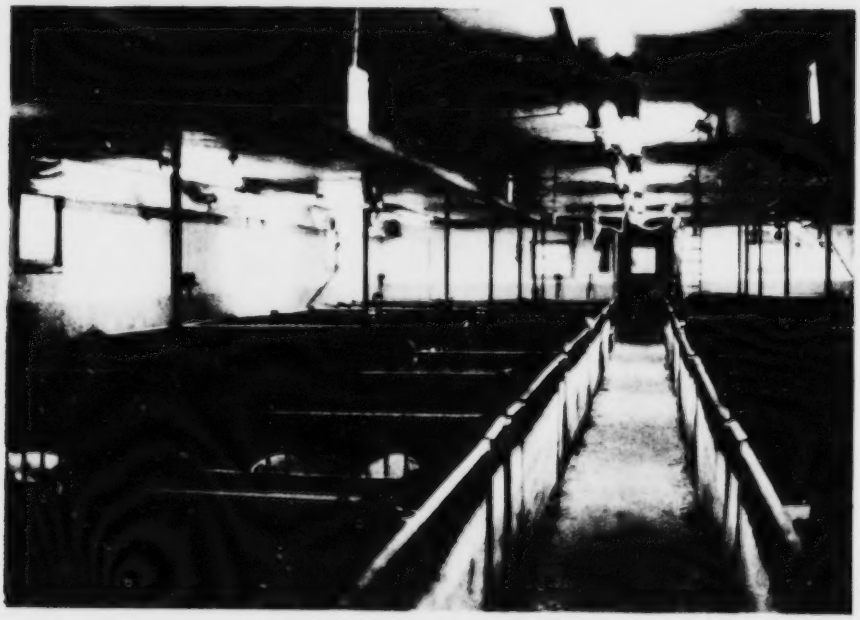


Photo 28

A gauche, l'extrémité sud du mur est.
Notez la présence d'une des deux chaufferettes
électriques de 4 800 watts à l'extrémité

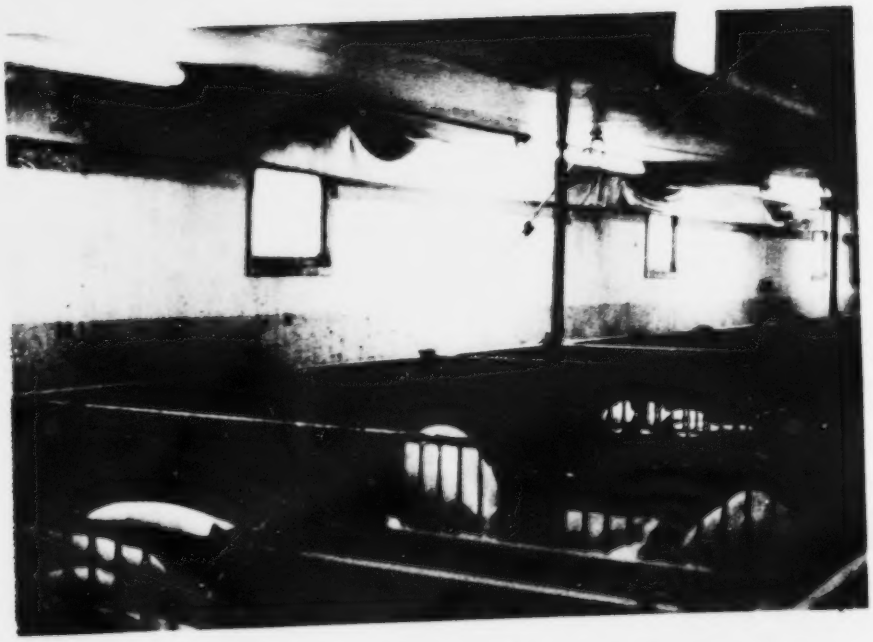


Photo 29

D'autres vues du mur est où l'on aperçoit deux des tiges qui furent utilisées pour supporter les senseurs de vitesse et de température

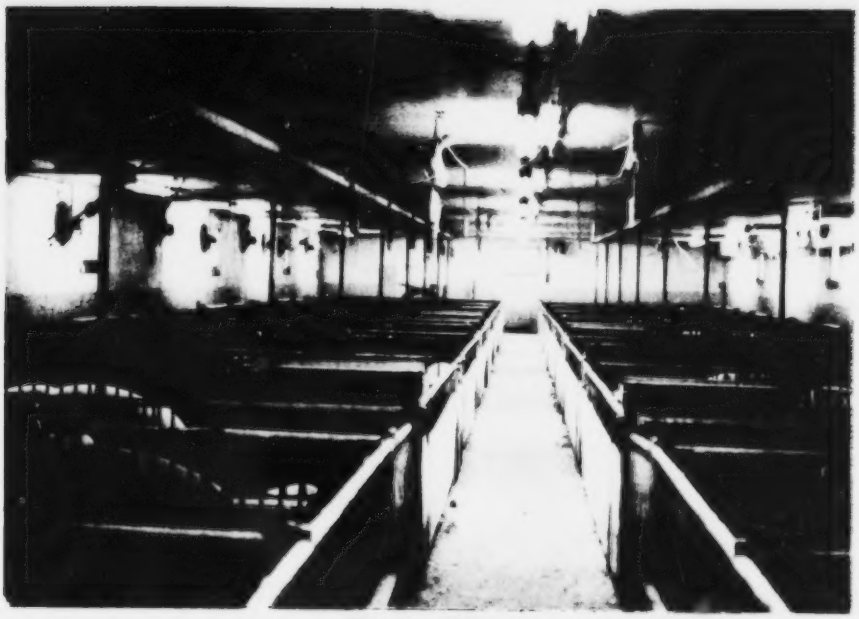


Photo 30

Vue générale de l'intérieur de la porcherie

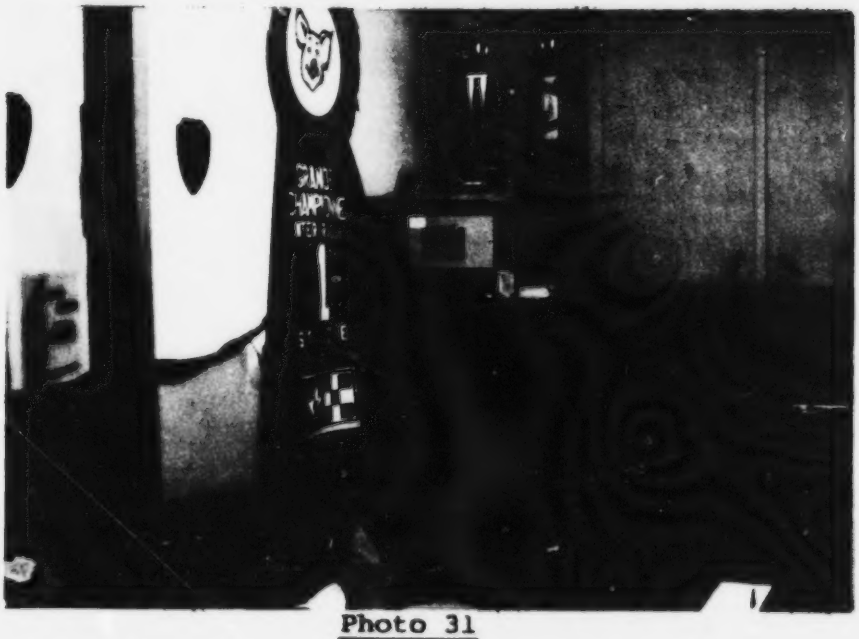


Photo 31

Vue du système d'aquisition de données avec ordinateur Hewlett Packard et "power supply" pour sondes de vitesse

4.0 LOCALISATION DES POINTS DE MESURE

4.1 Porcherie à ventilation naturelle manuelle de M. Gaétan Proulx

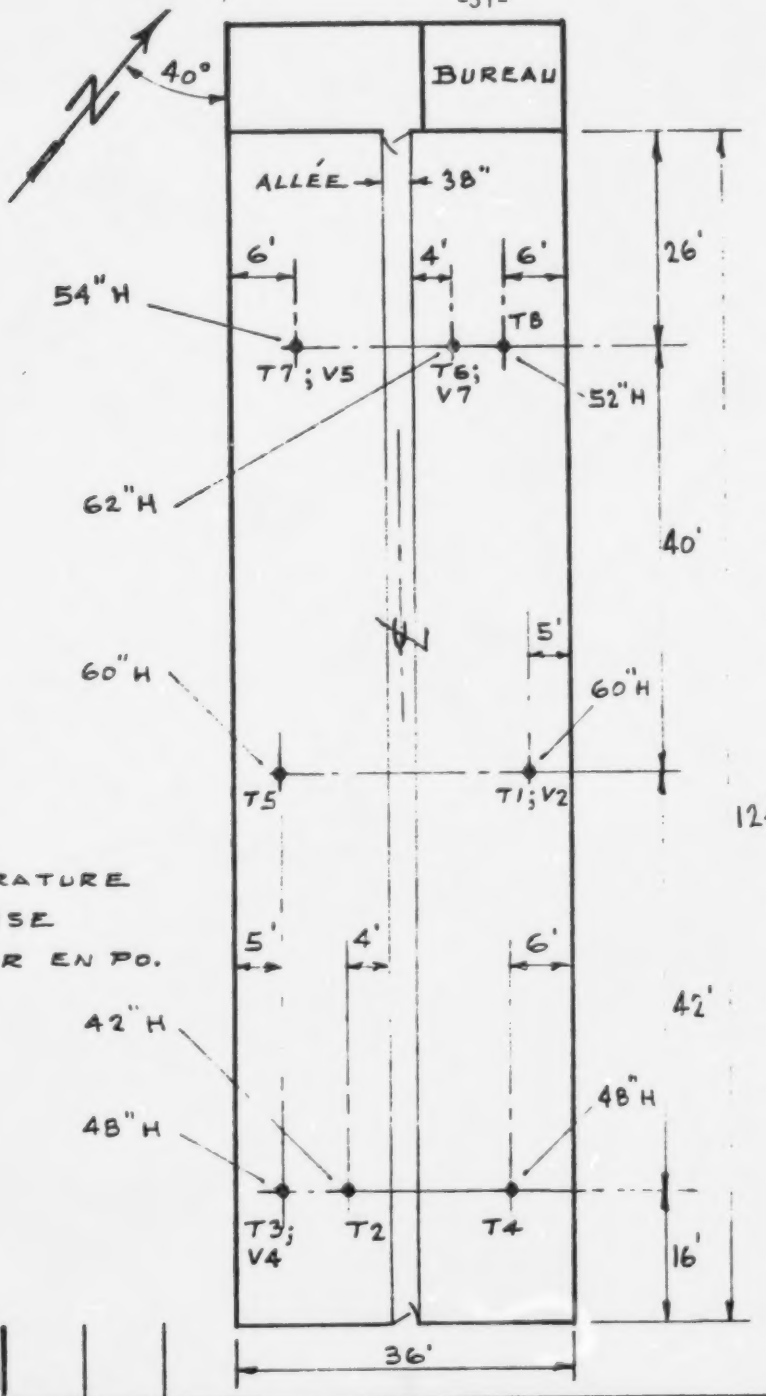
Comme il fut mentionné auparavant, nous avons réalisé ou monté au CRIQ trois (3) ensembles de fils qui furent tour à tour installés dans chacune des porcheries. Pour la porcherie en question, nous avions prévu prendre des lectures de vitesse et de température de l'air à l'intérieur en 8 points. De plus, il fallait enregistrer l'humidité relative, la concentration de gaz CO_2 avec l'aide de l'ANARAD de même que l'humidité relative de l'air extérieur. Ceci totalisait 20 signaux à compiler à 5 minutes d'intervalle, chacun des signaux impliquant la présence d'un canal sur le système d'aquisition de données.

Pour les raisons mentionnées précédemment, nous avons poursuivi les travaux avec 4 sondes de vitesse au lieu de 8.

Voici la localisation des points de mesure avec la numérotation telle qu'utilisée dans les nombreuses feuilles de résultats présentées en appendice. La figure 4 suivante illustre l'emplacement des divers points de mesure.

4.2 Porcherie de M. Alain Beaudry (mécanique et naturelle automatique)

Pour chacune des 2 porcheries, nous avons fait des lectures de température en 4 points, des lectures de vitesse d'air en 2 points ainsi qu'une lecture d'humidité relative. Ici encore, nous avons pris soin de distribuer un nombre égal de senseurs de chaque côté du bâtiment pour avoir un portrait d'ensemble le plus représentatif possible. Le schéma no 5 suivant illustre la localisation et la numérotation des points de mesure.



LÉGENDE

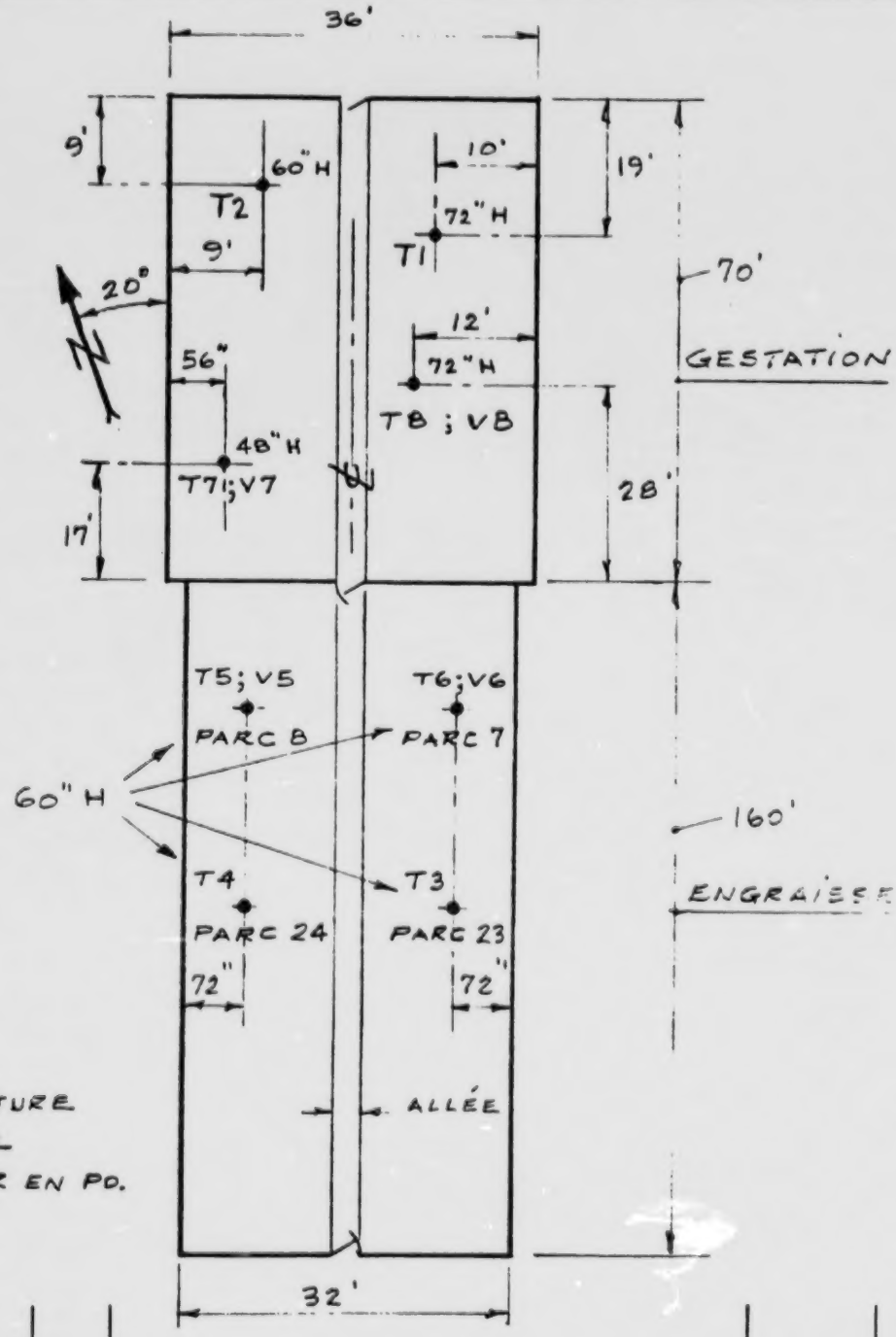
T = TEMPÉRATURE
V = VITESSE
H = HAUTEUR EN PO.

REV.	ZONE	DESCRIPTION	No. ADC	DATE	APP.

ENSEMBLE SUIVANT		PROJET # 60119 VENTILATION NATUR.	CRIQ CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUEBEC
TOLERANCES NON SPEC.		SIGNATURES / DATES	
ANGLES	±	DESSINE M.CAU 87-12-15	TITRE PORCHERIE PROULX IDENTIFICATION & LOCALISATION DES POINTS DE MESURE
UNITES	±	VERIFIE	A NO. DESSIN 4
DECIMALES	,x ± / ,xx ±	APPROUVE	ECHELLE ~ / EDITION / FEUILLE 1 DE 1
ECHELLE NON GARANTIE			

Transcriber B 5 86

PI C-Bus A

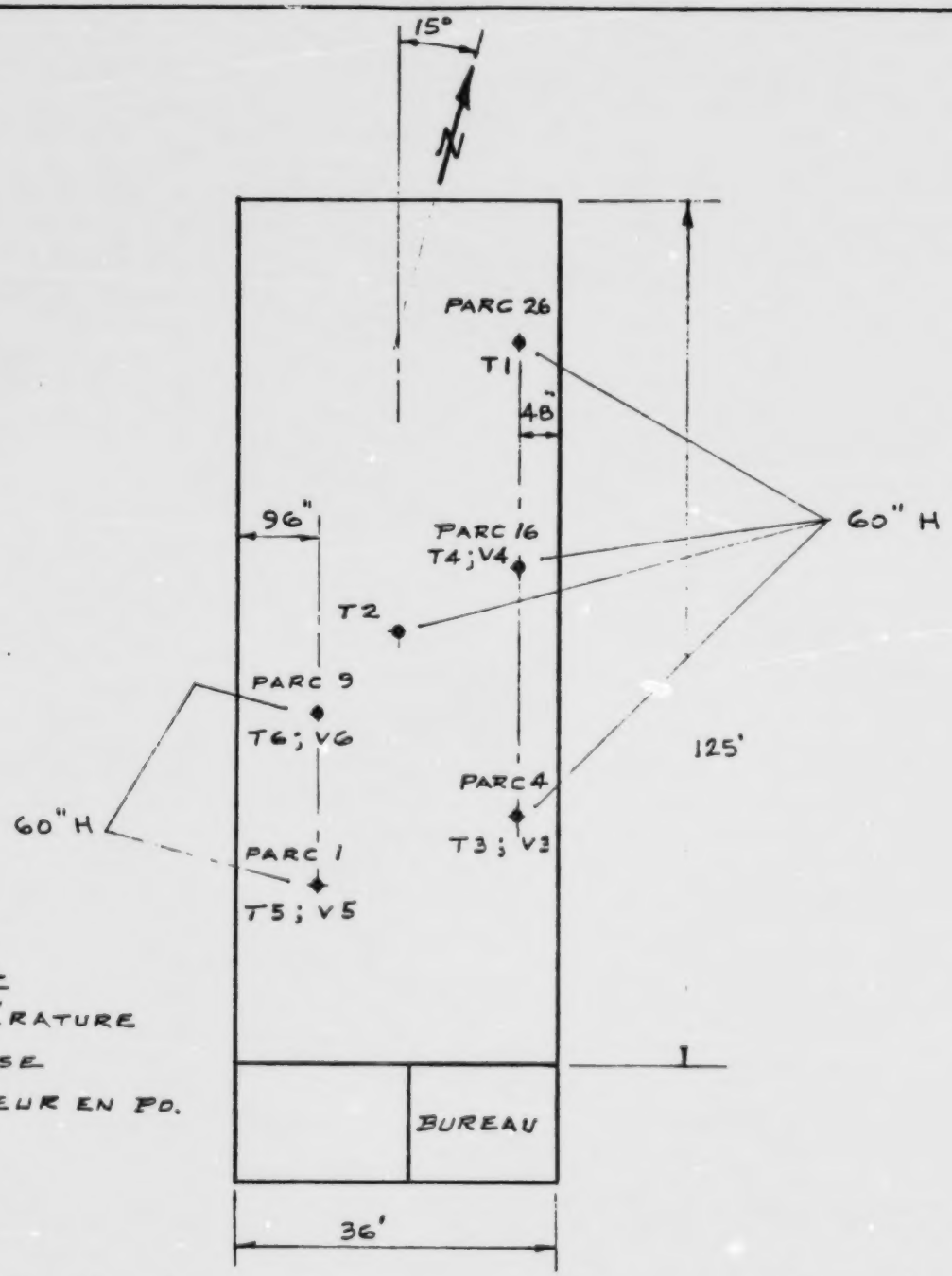


LÉGENDE

T = TEMPÉRATURE
V = VITESSE
H = HAUTEUR EN PD.

REV.	ZONE	DESCRIPTION	No. ADC	DATE	APP.

ENSEMBLE SUIVANT		PROJET # 60119 VENTILATION NATUR.	CRIQ CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC
TOLERANCES NON SPEC.		SIGNATURES / DATES	
ANGLES	±	DESSINE M.CAU 87-12 14	TITRE PORCHERIE BEAUDRY IDENTIFICATION & LOCALISATION DES POINTS DE MESURE
UNITES	±	VERIFIE	A NO. DESSIN 5
DECIMALES	.X ± / .XX ±	APPROUVE	ECHELLE ~ / EDITION / FEUILLE 1 DE 1
ECHELLE NON GARANTIE			



LÉGENDE

T = TEMPÉRATURE
V = VITESSE
H = HAUTEUR EN PD.

REV.	ZONE	DESCRIPTION	No. ADC	DATE	APP.

ENSEMBLE SUIVANT		PROJET 60119 VENTILATION NATUR.	CRIQ CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUEBEC
TOLERANCES NON SPEC.		SIGNATURES / DATES	
ANGLES	±	DESSINE M.CAU. 87-12 15	TITRE PORCHERIE LACASSE IDENTIFICATION & IDENTIFICATION DES POINTS DE MESURE
UNITES	±	VERIFIE	A NO. DESSIN 6
DECIMALES	X ± / XX ±	APPROUVE	ECHELLE ~ / EDITION / FEUILLE 1 DE 1
ECHELLE NON GARANTIE			

4.3 Porcherie de M. Bertrand Lacasse (ventilation mécanique)

Dans cette porcherie, nous avons installé un ensemble de fils pour lecture de 6 points de température intérieure, de 4 vitesses d'air, la température extérieure, l'humidité relative intérieure et extérieure, ainsi que la concentration de CO_2. La figure no 6 (page 33) illustre l'emplacement et la numérotation des différents points de mesure.

4.4 Localisation de la station de météo

La station de météo fut utilisée dans le cas de la porcherie Proulx lors des mesures d'automne 1986 et d'hiver 1987. Comme l'illustre la photo 32 suivante, la station météo fut localisée à environ 30 mètres de l'extrémité nord de la porcherie.

Photo 32

Localisation de la station météo chez Proulx

A la porcherie Beaudry, nous avons placé la station météo à environ 20 mètres de l'extrémité nord de la porcherie, comme le témoigne la photo 33. Compte tenu de certaines contraintes, c'était l'endroit disponible le plus adéquat.

Photo 33

Localisation de la station météo chez Beaudry

Pour des vents provenant du nord et de l'est, nous ne pensons pas qu'il y ait eu interférence avec les bâtisses ou d'autres obstacles, de telle sorte que les lectures enregistrées par la station doivent bien représenter la réalité. Cependant, pour les vents du sud et de l'ouest, il est fort probable que la lecture soit erronée, dû à la turbulence ou au tourbillonnement du vent après le passage au-dessus des obstacles présents dans l'environnement de la station. Advenant le cas où une information complémentaire au niveau de la vitesse du vent soit nécessaire, nous pouvons toujours nous référer aux sommaires météorologiques d'Environnement Canada (Sherbrooke et St-Hubert).

5.0 IDENTIFICATION DES FEUILLES DE RÉSULTATS

L'appendice fourni avec ce rapport présente tous les résultats sous la forme de graphiques, avec comme abscisse le temps, et en ordonnée la variable qui nous intéresse. Dans le but de se retrouver le plus rapidement possible dans ces nombreux graphiques, nous allons utiliser deux (2) chiffres (par exemple 4-2), le premier pour identifier le numéro (chronologique) de la série de mesures, tandis que le deuxième pour le numéro de la feuille de résultats à l'intérieur de cette série.

Voici donc les numéros de chaque série avec la date de début des mesures (tel qu'indiqué sur chaque graphique) ainsi que le nom de la porcherie.

NUMÉRO DE SÉRIE DE MESURE		NOM DE LA PORCHERIE	DATE DE DÉBUT DES MESURES
Automne	0	Proulx	23 octobre 86
	1	Proulx	3 février 87
	2	Proulx	4 février 87
	3	Beaudry	6 février 87
Hiver	4	Beaudry	10 février 87
	5	Beaudry	13 février 87
	6	Beaudry	17 février 87
	7	Lacasse	25 février 87
	8	Lacasse	1 mars 87
	9	Lacasse	6 mars 87
	10	Lacasse	9 avril 87
Printemps	11	Lacasse	13 avril 87
	12	Beaudry	16 avril 87
	13	Beaudry	21 avril 87
	14	Lacasse	30 juin 87
	15	Lacasse	3 juillet 87
	16	Lacasse	7 juillet 87
Été	17	Beaudry	10 juillet 87
	18	Beaudry	14 juillet 87
	19	Proulx	17 juillet 87
	20	Proulx	21 juillet 87

6.0 OBSERVATIONS: PORCHERIES PROULX, BEAUDRY ET LACASSE

6.1 Porcherie Proulx en automne (série 0)

Rappelons que pour cette série de mesures, nous n'avons aucun enregistrement de vitesse d'air dû à un bris de nos sondes anémométriques.

Le niveau d'humidité relative intérieure est beaucoup plus fonction du niveau d'activité des porcs que de l'humidité relative extérieure. Par exemple, après les repas bien qu'il y ait en général une remontée sensible de la température, il y a aussi une remontée de l'humidité relative. Il est sûr que le type d'alimentation liquide préconisé (lactosérum avec concentrés) est susceptible de porter beaucoup plus rapidement l'air à la saturation.

Ce qui saute aux yeux dans cette porcherie, c'est la non répétitivité de la température intérieure; pour grosso-modo la même température extérieure (le 25 octobre au matin versus le 24), la température intérieure est environ 5°C supérieure le 25 (passe de 10 à 15°C en moyenne). Ce niveau de température de 10°C est évidemment en dessous du seuil de confort optimal (16 à 18°C), créé probablement par l'ouverture aléatoire des volets et de la sortie d'air centrale; en d'autres mots, une régie non constante de l'éleveur ou des difficultés à réagir promptement dans des conditions environnantes transitoires (température, humidité, vitesse de l'air) crée un climat insalubre à l'intérieur de la porcherie dans les conditions précitées.

6.2 Porcherie Proulx en hiver (séries 1 et 2)

Série 1:

Le niveau de température intérieure est la majeure partie du temps en dessous du seuil de confort (ou optimal) pour l'engraissement de porcs (16 à 18°C), bien que la température extérieure n'était en dessous du point de congélation que par quelques degrés C seulement.

Le niveau d'humidité relative se tient en moyenne autour de 85%, ce qui est trop élevé.

Les vitesses de déplacement d'air sont grosso-modo toutes dans le même ordre de grandeur (autour de 0,25 m/s) bien qu'elles aient tendance à être supérieures du côté ouest (0,28 à 0,30 m/s versus 0,20 à 0,23).

De toute façon, ce niveau de vitesse d'air est trop élevé compte tenu des températures enregistrées en ces points.

Série 2:

Le profil de température d'un point à un autre est grosso-modo le même. Cependant, ce qui est le plus grave, c'est que la température intérieure a frôlé (et même atteint en un point) le point de congélation sur une période de 5 à 6 heures.

Quant au niveau d'humidité relative, il se tient en moyenne autour de 90%, ce qui est au-dessus du seuil optimal (75%), et ceci même après la remontée des températures à 20°C qui a suivi le "gel" dans la porcherie. L'éleveur a probablement fermé toute ouverture le 5 février au matin, comme on peut le voir à l'examen des diagrammes de vitesse.

Durant la nuit du 4 au 5 février, où des températures glaciales ont été atteintes dans la porcherie, les vitesses de déplacement d'air ont varié entre 0,20 et 0,36 m/s (en moyenne) avec des pointes fréquentes à 0,51 m/s. A la lumière des mesures effectuées, il appert que le type de système de ventilation tel qu'installé et régi par cet éleveur n'est viable que pour des températures extérieures au-dessus du point de congélation et encore. En conclusion, nous considérons que le type de système de ventilation naturelle manuelle installé à la porcherie Proulx est inacceptable pour l'élevage d'un animal aussi sensible ou frileux que le porc (animal ayant un système de régulation de sa température de faible efficacité).

6.3 Porcherie Beaudry en hiver (séries 3, 4, 5 et 6)

Séries 3 et 4

6.3.1 Ventilation naturelle

Les températures sont dans le même ordre de grandeur, ont les mêmes variations ou écarts et sont en général dans la plage de confort, excepté quand la température extérieure a atteint -24°C dans la nuit du 9 au 10 février, par un vent soufflant du sud-ouest à une vitesse moyenne autour de 7,5 km/h. Ce phénomène ne s'est cependant pas reproduit dans la nuit du 12 au 13 février (environ même température extérieure extrême). L'humidité relative se tient entre 75 et 80%, un peu au-dessus du niveau optimal.

6.3.2 Ventilation mécanique

Excepté en un point (#7) du côté de l'entrée continue d'air frais où la moyenne est plus basse et avec de plus grands écarts, ce sont les mêmes niveaux de température caractérisés par le même genre de variation, entre 16 et 20°C que nous retrouvons. Le niveau d'humidité relative est cependant plus élevé que dans l'autre porcherie, soit entre 85 et 90%, ce qui est élevé.

Quant aux vitesses de déplacement d'air, les mesures ont démontré des niveaux acceptables excepté encore au point no 7 (près de l'entrée d'air continue) ou d'assez forts courants d'air prévalent, comme on a pu constater sur place.

Séries 5 et 6

La période de mesures du 13 au 17 février a été caractérisée par un froid assez intense (entre -20 et -30°C) pendant 2 jours et avec un vent soufflant de l'est à environ 10 km/h en moyenne.

La porcherie à ventilation naturelle présente de beaux graphiques de température mais a une valeur moyenne inférieure, environ 16°C (écart de 14 à 19°C), ce qui est encore acceptable.

La porcherie à ventilation mécanique s'est tenue moins chaude, autour de 15°C. La faiblesse de cette porcherie du côté de l'entrée d'air continue devient plus évidente par l'observation des graphiques de température et surtout de vitesses d'air (grands courants d'air).

6.4 Porcherie Lacasse en hiver (séries 7, 8 et 9)

Les six (6) courbes de température présentent à toute fin pratique un profil identique, avec une moyenne oscillant autour de 20°C, un écart qui ne dépasse pas dans la même journée 4,5°C.

L'humidité relative de l'air intérieur se situe en majeure partie au point optimal, soit 70 à 75%, avec des brèves pointes à 80-85%.

Les mouvements d'air mesurés ne peuvent nullement être considérés comme des courants d'air désagréables, étant donné la température de l'air, d'autant plus que la vitesse moyenne de circulation de l'air tourne autour de seulement 0,15 m/s.

Même en régime transitoire prononcé, comme dans la journée du 9 mars, où la température extérieure a passé de 10°C à -20°C en quelque 24 heures, le confort était toujours maintenu dans le bâtiment, en ce sens qu'aucune fluctuation non raisonnable de température ne fut observée.

6.5 Porcherie Lacasse au printemps (séries 10 et 11)

Les six (6) graphiques illustrant les températures intérieures ont à toute fin pratique le même profil, excepté le point #1, lequel présente des écarts plus accentués durant le jour (possiblement les gains solaires par la fenestration). Le point

de consigne de température semble avoir été fixé autour de 21°C (température moyenne selon les graphiques). Pour cette porcherie, et pour la période du 9 au 13 avril, les écarts de température sont plus grands que ceux observés en hiver. Cependant pour la période subséquente du 13 au 16 avril, bien que ceux du côté extérieur le soient un peu moins, les écarts du côté intérieur ont été beaucoup moindres.

L'humidité relative intérieure approche 60%, laquelle aurait été correcte si la température avait été maintenue autour de 18°C.

Comme pour les campagnes de mesures antérieures, et compte tenu de la température, les niveaux de vitesse des mouvements d'air sont tout à fait acceptables.

6.6 Porcherie Beaudry au printemps (séries 12 et 13)

Malgré que la température extérieure ait subi moins de variation, les écarts de température à l'intérieur sont beaucoup plus prononcés que dans la porcherie Lacasse, et ceci s'applique pour les deux porcheries, tant à ventilation mécanique que naturelle.

Concernant les niveaux d'humidité relative, ils sont grosso-modo équivalents pour les deux porcheries se situant autour de 60% du 16 au 20 avril et de 50% pour la période subséquente.

Quant aux vitesses d'air, les niveaux sont relativement élevés dans les deux cas. Cependant, pour la porcherie à ventilation naturelle, les "pointes" de vitesse surviennent quand la température est plus élevée (plus grand débit de ventilation) ce qui ne crée probablement pas de courants d'air inconfortables. Pour la ventilation mécanique, il arrive qu'une vitesse d'air élevée (0,66 m/s) se combine à une température en dessous du seuil de confort (14°C); c'est toujours le point #7 du côté de l'entrée d'air continue qui est pris en défaut.

A l'examen des graphiques de température, l'on peut voir quand s'ouvrent les volets latéraux du système FAROMOR équipant la porcherie à ventilation naturelle (voir par exemple les graphiques 13-3 à 13-6). Remarquons qu'un fort courant d'air est observé dans cette porcherie dans la nuit du 23 au 24 avril (série 13) au point #6 du côté est, entre 2 et 7 heures du matin: vitesse de 0,50 à 0,76 m/s, chute de température à l'intérieur de 14 à 7°C. D'ailleurs, la chute de température dans le bâtiment, correspondant à une baisse de seulement 8°C à l'extérieur, est observée aux quatre (4) points de mesure, mais seulement le point #6 est caractérisé par une vitesse relativement élevée du mouvement d'air.

6.7 Porcherie Lacasse en été (séries 14, 15 et 16)

Un bon système de ventilation devrait faire en sorte qu'en été la température intérieure s'élève le moins possible durant le jour, et que durant la nuit, il y ait absence de courants d'air. Pour un porc, il est reconnu que la limite acceptable pour un courant d'air à 16°C (61°F) est de 0,20 m/s; évidemment, quand la température s'élève, le métabolisme du porc tolère une vitesse d'air plus élevée (certaines références parlent de 0,30 m/s à 17°C). Pour la condition limite durant les journées chaudes et humides de l'été, plus la vitesse de l'air est élevée, mieux c'est, car ceci permet d'abaisser la température effective (certaines références parlent de vitesse entre 0,5 et 1,5 m/sec: 100 et 300 pieds/minute). La "région" du confort est délimitée, par un ensemble de points dont l'abscisse et l'ordonnée sont la température et la vitesse de l'air, lesquels sont les paramètres les plus influents; comme l'on sait, il y a aussi l'humidité relative qui agit et qui forme la troisième dimension de la région ou du volume en question.

Voici quelques résultats qui ressortent de la série #14 (début: 30 juin 1987).

Point #3 sur le côté est: entrée d'air continue

Durant la nuit du 1 au 2 juillet (voir graphiques 14-3, 14-7, 14-9), on a:

- $T_{extérieure}$ = 10.5°C
- T = 16°C (sur 3 heures)
- Vitesse = 0,36 m/s (avec des pointes fréquentes entre 0,41 et 0,61 m/s)

Compte tenu de ce qui a été dit précédemment, ces deux valeurs nous apportent à la limite tolérable du confort (presque inacceptable). Nous croyons que cet état de fait a pu être créé par un oubli de l'éleveur de diminuer l'ouverture de l'entrée d'air continue avant la nuit.

Durant le jour, la température moyenne maximale atteinte dans la bâtisse a été le 2 juillet de 27,5°C (vers 15h00), alors que la température à l'extérieur était de 24,5°C (voir sommaire météorologique); ainsi donc, le gradient de température était de 3°C. L'humidité relative s'est tenue en moyenne autour de 80%, ce qui est à la limite acceptable.

Pour la série #15 subséquente, la température à l'extérieur a été moins basse avec le résultat qu'à l'intérieur les températures n'ont rarement été en dessous de 20°C, excepté encore le point #3. Dans la nuit du 4 au 5 juillet, la température en ce point a atteint 18,5°C (T_{ext}=14,5°C), tandis que la vitesse variait autour de 0,25 m/s (avec des pointes à 0,36 m/s), ce qui en faisait des conditions à la limite du tolérable.

La température moyenne maximale le 6 juillet s'est située autour de 31°C, tandis qu'à l'extérieur, ce fut autour de 29°C (gradient de température de 2°C). L'humidité relative s'est tenue en moyenne près de 80%.

Pour la série #16 (du 7 au 9 juillet), la température extérieure durant la nuit étant moins sévère, ce qui s'est reflété sur les températures intérieures qui se sont tenues un peu plus élevées, cette

situation a résulté en l'absence de mouvements d'air inconfortables. Pour la journée du 9 juillet vers 14h00, la température moyenne a atteint 32,5°C, par une température extérieure de 29,6°C (gradient presque 3°C).

En général, on recommande d'installer une capacité de ventilation telle que le gradient de température soit entre 1 et 2°C, alors que la valeur pour cette porcherie a plutôt tendance à se tenir entre 2 et 3°C. Ceci semble donc démontrer que la capacité installée du système de ventilation n'est pas assez élevée, comme on l'avait mentionné dans la présentation de cette porcherie (voir section 3.3).

6.8 Porcherie Beaudry en été (séries 17 et 18)

Les quatre (4) graphiques de température d'une porcherie sont presque identiques, ce qui témoigne de la bonne uniformité de température. En général, durant le jour, la porcherie à ventilation naturelle se tenait un peu moins chaude que la porcherie à ventilation mécanique, tandis que durant la nuit, elle se tenait moins fraîche que sa voisine mécanique, en d'autres termes, plus tempérée en moyenne.

Les résultats suivants se dégagent durant la journée du 12 juillet 1987:

TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE MAXIMALE MOYENNE (°C)		TEMPÉRATURE INTÉRIEURE MOYENNE (°C)		GRADIENT DE TEMPÉRATURE (°C)	
		MÉCANIQUE	NATURELLE	MÉC.	NAT.
(Jour)	Entre 31,5 et 32,0	Environ 33,0	32,5	1-1½	½-1
(Nuit)	24,0	Autour de 24,5	Entre 25,5 et 26,0	½	1½-2

Pour la porcherie à ventilation mécanique, on constate que le gradient de température est moins élevé que celui observé chez Lacasse; ceci s'explique par le fait que Beaudry conserve généralement ouvertes les deux fenêtres, ce qui augmente le débit de ventilation et d'admission d'air.

Le système de ventilation naturelle FAROMOR semble se comporter d'une façon telle que le débit de ventilation est relativement important durant le jour, créant un gradient de température entre ½ et 1°C; cependant, nous ne comprenons pas pourquoi le gradient de température est plus élevé la nuit que le jour.

L'humidité relative à l'intérieur, qui est fortement influencée par celle prévalant l'extérieur, se tient en moyenne autour de 70%, variant entre 60 et 80%.

Durant la nuit, aucun courant d'air n'est observé dans les deux porcheries, mais il faut dire que la température extérieure était beaucoup plus élevée que celle observée lors des séries de mesures chez Lacasse.

6.9 Porcherie Proulx en été (séries 19 et 20)

Les résultats suivants se dégagent de la série no 19 pour les journées du 19 et 20 juillet:

TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE (°C)	TEMPÉRATURE INTÉRIEURE MOYENNE (°C)	GRADIENT DE TEMPÉRATURE (°C)
19 juillet max.: 23 (le jour)	Autour de 24,5	Environ 1½
20 juillet min.: 11 (la nuit)	Entre 16 et 16½	5 à 5½

Le gradient de température dans cette porcherie durant le jour semble être plus élevé que celui observé pour le système de ventilation automatique FAROMOR installé chez Beaudry. Il faut dire que la surface des volets latéraux est de beaucoup inférieure à celle des volets installés chez Beaudry, comme le témoigne les photos fournies auparavant.

En se référant aux graphiques T1 et V2, dans la nuit du 20 juillet, on trouve: 16°C et 0,25 m/s (avec des pointes fréquentes à 0,36 m/s). De plus, dans la nuit du 18 juillet, on trouve: 19°C avec 0,51 m/s (des pointes fréquentes à 0,66 m/s). La combinaison des valeurs de ces deux paramètres ne crée pas ce qu'on appelle des conditions idéales de confort pour ce type d'animal.

Au cours des séries 19 et 20, l'humidité relative intérieure s'est tenue à un niveau trop élevé, soit de 80-90%, mais il faut dire que celle à l'extérieur était aussi très élevée. Encore ici, le niveau d'humidité relative intérieure est beaucoup influencé par celui prévalant à l'extérieur.

Note: Quand on parle de niveau optimal d'humidité relative comme étant entre 60 et 80%, ceci est pour des conditions de température extérieure froide ou fraîche. Par temps chaud d'été, l'humidité relative intérieure suit celle prévalant à l'extérieur.

7.0 ÉTABLE A LOGETTES DE M. PAUL-AIMÉ CHAUMONT, 52, RANG TRAIT CARRÉ, SAINTE-ANNE-DES-PLAINES, TEL.: (514) 478-1628

7.1 Introduction

Des mesures ponctuelles de température (thermomètre), d'humidité relative (psychromètre fronde et à batterie), de vitesse d'air (vélocimètre à fil chauffant et à tube de Pitot de marque ALNOR) et de concentration de gaz (pompe Gastec) ont été prises.

Ces mesures ont été recueillies en 14 des points les plus représentatifs de la bâtisse. On considère généralement que de telles mesures ponctuelles répétées sont suffisantes pour définir un portrait représentatif de l'ambiance d'un bâtiment d'élevage.

7.2 Description des installations instrumentées

Un premier bâtiment, l'étable à logettes a été instrumenté plus à fond tandis que l'autre étable pour les sujets de remplacement l'a été plus sommairement.

L'étable pour vaches adultes est un bâtiment de 24,4 mètres de largeur par 54,9 de longueur pour 130 vaches tandis que celle pour les sujets de remplacement mesure 18,3 mètres sur 50,0 mètres. Ces deux bâtiments sont du type à arches d'acier rigides non plafonnés.

Le système de ventilation en est un du type FAROMOR, c'est-à-dire qu'il est constitué de volets d'entrée d'air continue (vitres thermos) de 900 mm de hauteur par 1 800 mm situés au haut des murs longitudinaux de la bâtisse et d'une sortie d'air centrale ajustable au faîte. A noter que les volets et la sortie d'air centrale sont contrôlés mécaniquement par quatre thermostats ajustés à 4,5°C. Le système de ventilation était installé et ajusté selon les spécifications de la compagnie FAROMOR.

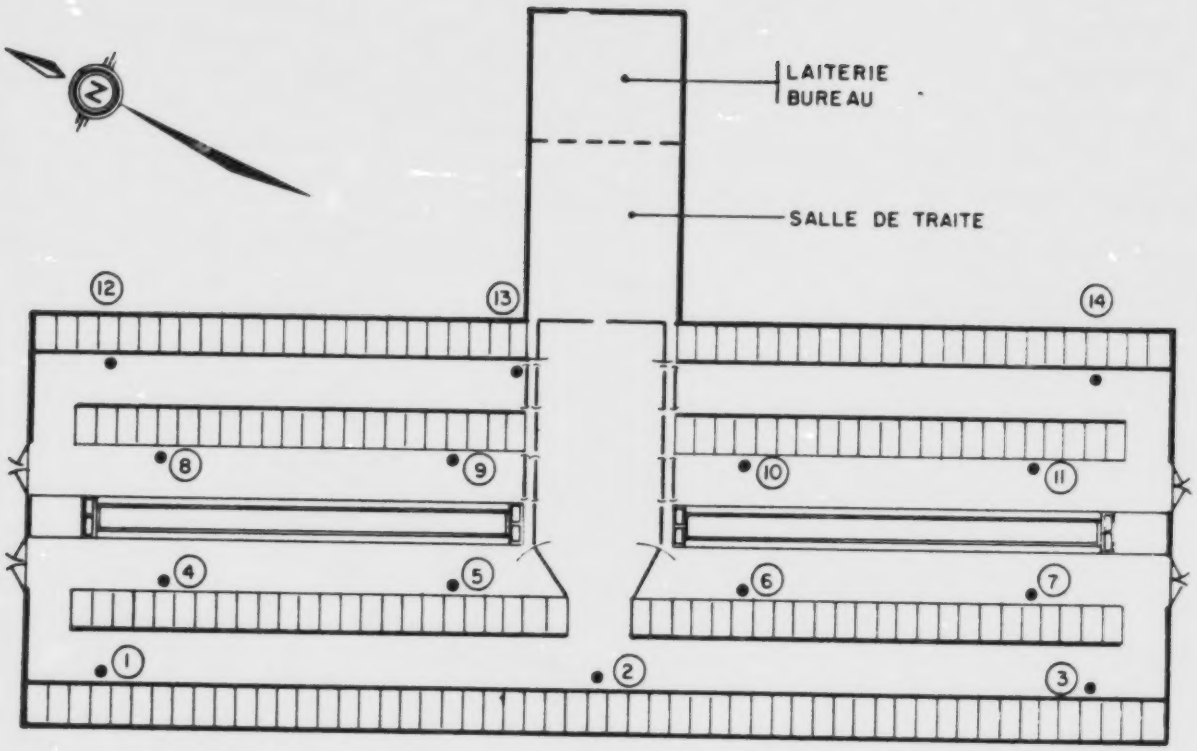


Figure 7

Étable à logettes pour vaches laitières
chez M. Paul-Aimé Chaumont

Photo 33

Illustrant les panneaux latéraux d'admission d'air et les logettes pour les vaches qui donnent directement sur ces panneaux. A remarquer que quand la vache est dans la logette, celle-ci a la tête au mur, directement vis-à-vis ou sous le panneau selon qu'elle est debout ou couchée.

Photo 34

Étable à logettes de M. Chaumont en construction. A remarquer l'isolation des murs et la salle de traite à droite sur la photo.

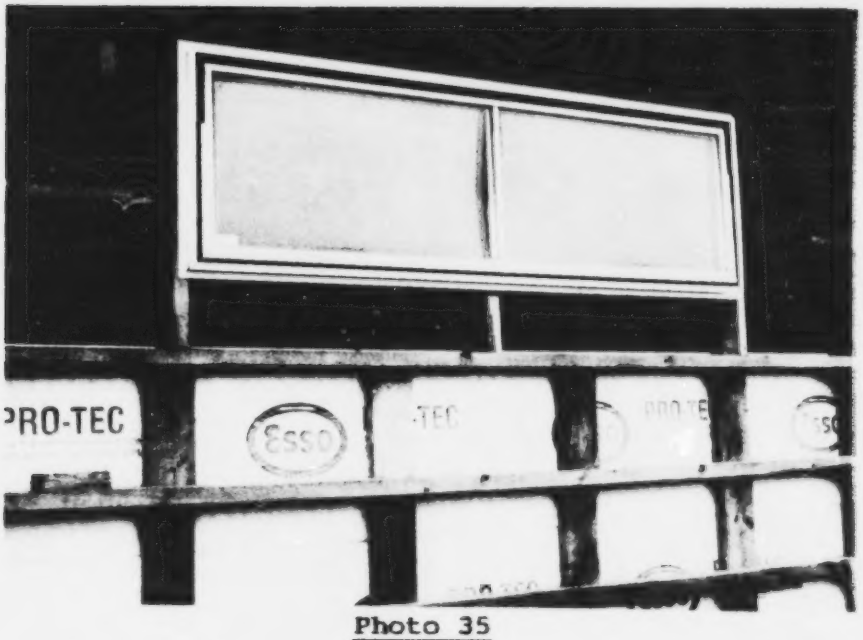


Photo 35

Isolation des murs et panneaux d'entrée d'air de l'étable à sujets de remplacement (idem pour l'autre étable)

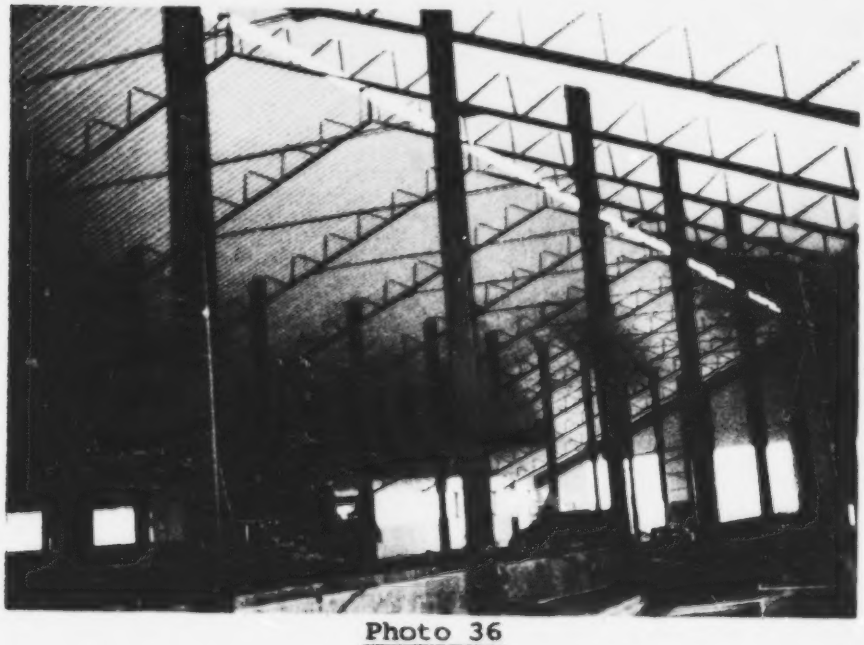


Photo 36

Sortie d'air centrale au faîte de l'étable à logettes de M. Paul-Aimé Chaumont

Photo 37

Vue extérieure de l'étable à logettes pour les vaches laitières en arrière-plan et celle pour les sujets de remplacement à l'avant-plan

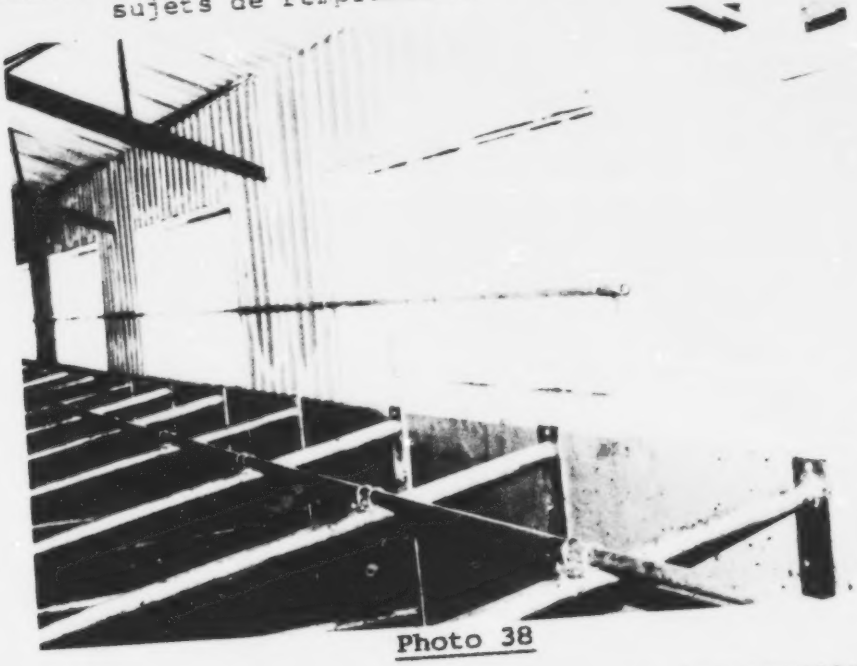


Photo 38

Illustrant le mécanisme d'ouverture des panneaux latéraux d'entrée d'air, ainsi que le givre (abondant) qui se forme en hiver au bas de la "fenêtre" qui sert de panneau d'entrée d'air

7.3 Mesures des 14 et 15 avril 1987

Nous aurions aimé que cette série de mesures soit effectuée dans des conditions plus adverses de température, puisque si on se souvient bien, le printemps 1987 a été caractérisé par des températures exceptionnellement élevées, bien au-dessus de la normale.

Les mesures prises l'ont été entre 13h00 et 18h00 le 14 avril et entre 08h30 et 12h00 le 15 avril.

La température extérieure oscillait autour de 13°C le 14 avril et 9°C le 15 en avant-midi.

Quant à l'humidité relative extérieure elle était de 30% le 14 et de 37% le 15 avril au matin.

Le 14 avril, l'ouverture des volets d'entrée d'air a varié de 50 mm à ouvert complètement, tandis que le 15 avril ils étaient fermés du côté est et ouverts du côté ouest.

Au cours de ces deux jours, un vent soufflant du sud vers le nord variant de 1 à 4 m/s frappait les bâtiments.

7.3.1 Température intérieure

Étable à logettes

Le 14 avril 1987 entre 13h00 et 18h00 la température intérieure a varié entre 14,6 et 16,8°C, tandis qu'elle a oscillé de 10 à 12,1°C le 15 avril entre 08h30 et 12h30.

Étable pour sujets de remplacement

Elle a varié de 10 à 14,4°C au cours d'une période de mesure de 4 heures le 15 avril avant-midi.

7.3.2 Humidité relative

Étable à logettes

Elle oscillait entre 29 et 36%.

Étable pour sujets de remplacement

A l'intérieur de l'étable pour sujets de remplacement, l'humidité relative a varié de 44 à 51%.

7.3.3 Concentration de gaz

La concentration de NH_3 se situait à 10 PPM et celle de CO_2 était de 1 300 PPM. Quant aux concentrations de CO et de H_2S elles ont été en tout temps égales à 0.

7.3.4 Vitesse de l'air

Dans l'étable à logettes, le 14 avril après-midi, la vitesse de déplacement d'air a varié entre 0,15 et 0,41 m/s; elle a varié de 0,1 à 0,3 m/s le 15 avril au matin.

Dans l'étable à sujets de remplacement, la vitesse de l'air a varié de 0,1 à 0,2 m/s par vent extérieur de 4 m/s du sud vers le nord avec les volets d'entrée d'air du côté sud complètement fermés.

7.4 Mesures prises les 7 et 8 janvier 1988

7.4.1 Introduction

Les mesures prises le 7 janvier l'ont été entre 13h30 et 20h30 et le 8 janvier entre 07h00 et 10h30 et répétées à toutes les heures, alors que la température extérieure se situait entre -19,2°C et -23,9°C, soit des conditions de température froide qui représentent bien les conditions d'hiver propres au climat québécois.

Au cours de ces deux jours, les volets servant d'entrées d'air situés de chaque côté longitudinal des deux étables étaient complètement fermés et étaient pris dans la glace à l'exception d'un volet de chaque côté qui était resté entrouvert de 38 mm.

Un vent qualifié de léger, de l'ouest de 3 à 4 mètres par seconde soufflait le 7 janvier, alors qu'un vent de l'est de 2,5 mètres par seconde frappait les bâtiments étudiés le 8 janvier 1988.

Quant à la sortie d'air centrale située dans le faîte de la bâtisse, elle était entrouverte de 38 à 50 millimètres et semblait opérer normalement, même si elle était obstruée en partie par de la glace, de la neige et du givre, puisque de l'extérieur on pouvait voir sortir un flux d'air chargé de vapeur condensée (brouillard).

7.4.2 Température intérieure

Étable à logettes

Le 7 janvier entre 13h30 et 18h00, la température intérieure a oscillé entre 6,4 et 8,7°C et entre 3,9 et 6,2°C pour la période de 18h00 à 20h30. A 300 mm des murs et à 1,2 mètre du plancher, la température variait de -4 à 1,7°C et ce, même si les panneaux d'entrée d'air étaient presque complètement obstrués.

Étable à sujets de remplacement

La température intérieure a varié au cours des mêmes périodes de 2,5 à 5,6°C le 7 janvier et de 2,2 à 4,8°C le 8 janvier 1988.

Résumé des lectures des 7 et 8 janvier 1988

Les résultats suivants se dégagent des lectures prises les 7 et 8 janvier 1988.

TEMPÉRATURE (ÉTABLE A LOGETTES)

DATE	TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE (°C)		TEMPÉRATURE INTÉRIEURE (°C)		ÉCART MAXIMAL DE TEMPÉRATURE	
	MINIMALE	MAXIMALE	MINIMALE	MAXIMALE	°C	Δ (h)
7 janvier entre 13h30 et 18h00	-20,6°C	-19,2°C	3,9°C	8,7°C	4,8°C	4
7 janvier entre 18h00 et 19h00	-23,3°C	-20,6°C	3,2°C	7,3°C	4,1°C	1
8 janvier entre 07h00 et 08h00	-23,9°C	-20,5°C	4,8°C	8,2°C	3,4°C	1

Δ : Intervalle de temps pour cet écart maximal

TEMPÉRATURE (ÉTABLE A SUJETS DE REMPLACEMENT)

DATE	TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE (°C)		TEMPÉRATURE INTÉRIEURE (°C)		ÉCART MAXIMAL DE TEMPÉRATURE	
	MINIMALE	MAXIMALE	MINIMALE	MAXIMALE	°C	Δ (h)
7 janvier	-20,6°C	-19,2°C	2,5°C	5,6°C	3,1°C	1
8 janvier	-23,9°C	-20,5°C	2,2°C	4,8°C	2,6°C	1

Δ : Intervalle de temps pour cet écart maximal.

7.4.3 Humidité relative

Étable à logettes

Les mesures d'humidité relative se sont situées entre 82 et 90% entre 13h30 et 14h00, entre 86 et 92% entre 14h00 et 15h00, entre 86 et 93% entre 15h00 et 15h30, entre 86 et 93% entre 16h00 et 18h00 et de 92 à 100% entre 18h00 et 20h30.

Pour ce qui est du 8 janvier au matin, l'humidité relative variait entre 92 et 96%.

Entre 15h30 et 16h00, le 7 janvier, nous avons remarqué un début de brouillard au niveau du plancher de l'étable à logettes, ce brouillard devenait très intense entre 18 heures et 20h30, de telle sorte qu'on ne voyait plus d'un bout à l'autre de la bâtisse. La même situation prévalait le 8 janvier au matin. A noter que ce brouillard révélait une situation de saturation de l'air, soit 100% d'humidité relative.

Étable à sujets de remplacement

Dans ce bâtiment, l'humidité relative a varié entre 88 et 97%.

7.4.4 Concentration de gaz

Dans l'étable à logettes, le niveau de NH_3 se situait à 12 PPM et le CO_2 a varié de 2 000 à 2 200 PPM. Pour ce qui est de l'étable à sujets de remplacement, le niveau de NH_3 était de 15 PPM et la concentration de CO_2 était de 1 600 PPM.

7.4.5 Vitesse de l'air

Là où les panneaux d'entrée d'air étaient complètement fermés, la vitesse de déplacement d'air était très faible soit de l'ordre de 0,2 m/s aux points 1, 2, 3 du côté nord-ouest et de 0 aux autres points le 7 janvier alors que le vent provenait de l'ouest.

Cependant près des murs où les deux ou trois panneaux étaient entrouverts de 38 mm, la vitesse de déplacement d'air variait de 0,6 à 0,9 m/s à un endroit et de 0,9 à 1,2 m/s à un autre volet.

Le 8 janvier au matin par un vent extérieur de l'est plus léger, soit de 2,5 m/s, la vitesse d'entrée d'air aux panneaux entrouverts variait de 0,2 à 0,6 m/s.

On pouvait aussi constater que l'air froid entrant dans le bâtiment tombait directement au plancher ou sur les animaux qui étaient couchés dans les logettes.

Par temps froid, on nous a fait remarquer que les logettes situées vis-à-vis des panneaux d'entrée d'air entrouverts, sont beaucoup moins achalandées que les autres.

7.5 Mesures du 26 janvier 1988

Les mesures prises cette journée-là l'ont été entre 15h00 et 16h00 alors que la température extérieure était de -4°C. Seulement des mesures de température et d'humidité relative ont été prises au cours de cette période.

Un vent léger de l'ouest prévalait au cours de la période de mesure. Seuls les volets (7) situés du côté sud-ouest de l'étable à logettes étaient ouverts de 50 mm. Ailleurs, tous les volets d'entrée d'air étaient complètement fermés. Quant aux volets de l'étable à sujets de remplacement, ils étaient tous fermés.

7.5.1 Température intérieure

Étable à logettes

Elle a varié de 6,7 à 10,1°C au cours de la période de mesure.

Étable à sujets de remplacement

La température intérieure a oscillé entre 7,3 et 8,4°C.

7.5.2 Humidité relative

Dans l'étable à logettes, l'humidité relative était respectivement de 78 et 79% pour deux lectures, les autres se situant entre 80 et 86%.

Pour ce qui est de l'étable à sujets de remplacement, l'humidité relative a varié entre 79 et 97%.

Au cours de cette campagne de mesures, nous avons constaté que l'humidité relative était moins élevée du côté où il y avait des volets entrouverts et plus élevée de l'autre côté là où les volets d'entrée d'air étaient fermés.

7.6 Interprétation des résultats chez Monsieur Chaumont

7.6.1 Mesures par temps froid (7 et 8 janvier et 26 janvier 1988)

Deux séries de mesures ont été prises par temps froid, soit les 7 et 8 janvier 1988 et le 26 janvier de la même année. Les conclusions suivantes peuvent être tirées de ces deux campagnes de mesures.

7.6.1.1 Température intérieure

Comme nous pouvons le constater, des fluctuations de température à l'intérieur des bâtiments sont très importantes, soit des écarts de 4,8°C en 4 heures le 7 janvier entre 13h30 et 18h00, 4,1°C en 1 heure toujours le 7 janvier entre 18h00 et 19h00.

Le 8 janvier, l'écart de température maximal mesuré dans l'étable à logettes a été de 3,4°C en 1 heure, soit entre 07h00 et 08h00 le matin. Pour ce qui est de l'étable à sujets de remplacement, l'écart maximum mesuré a été de 3,1°C en 1 heure le 7 janvier et de 2,6°C en 1 heure le 8 janvier 1988.

Quant aux écarts mesurés le 26 janvier, ils ont été de 3,4°C en 1 heure dans l'étable à logettes et de 1,1°C en 1 heure également, dans l'étable pour sujets de remplacement.

On peut donc affirmer que les fluctuations de température constatées au cours de ces deux périodes d'enregistrement sont beaucoup trop élevées. Elles auraient dû être de 1 à 2°C maximum pour pouvoir être considérées comme acceptables.

On a aussi constaté des déficiences notables au niveau de l'uniformité des températures d'un point à l'autre des bâtiments.

Pour ce qui est des températures par temps froid, une constante se dégage, soit qu'il semble impossible de maintenir une atmosphère convenable à l'intérieur de bâtiments équipés avec ce type de système de ventilation naturelle.

De plus, même si les volets d'entrée d'air étaient presque tous complètement fermés, on a pu constater qu'à 300 mm des murs, dans les logettes, au niveau des animaux, la température intérieure variait de -4°C à 1,7°C, soit des différences de l'ordre de 6 à 12°C par rapport à la température ambiante, ce qui est inacceptable.

7.6.1.2 Humidité relative

Normalement, un bon système de ventilation devrait être capable de maintenir par temps froid l'humidité relative à un niveau maximum de 75 à 80%.

Comme nous avons pu le constater, l'humidité relative enregistrée s'est pratiquement toujours maintenue par temps froid au-dessus de 80% pour atteindre des pointes de 100%, ce qui est complètement inacceptable.

On peut donc affirmer que le système de ventilation naturelle tel qu'installé et régi a été inefficace pour contrôler l'humidité relative à un niveau acceptable et ce, par temps froid.

7.6.1.3 Concentration de gaz

Que ce soit pour le NH_3 et le CO_2, les concentrations observées sont acceptables puisqu'elles sont inférieures au niveau maximum admissible de 50 PPM pour le NH_3 et de 3 000 PPM pour le CO_2 et ce pour une exposition prolongée.

Quant aux concentrations de CO et H_2S elles ont toujours été nulles.

7.6.1.4 Vitesse de l'air

On sait que plus la température ambiante est basse moins la vitesse de déplacement d'air doit être élevée.

Les références consultées indiquent à titre d'exemple qu'à 15°C, la vitesse de déplacement d'air au niveau des animaux ne doit pas dépasser 0,2 à 0,35 mètre par seconde.

Or, en certains endroits, près des volets d'entrée d'air, la vitesse de déplacement d'air a varié de 0,6 à 1,2 mètre par seconde à une température de -4°C à 1,7°C, ce qui est inacceptable.

Ailleurs dans le bâtiment, les vitesses de déplacement d'air étaient pratiquement nulles, cette situation étant expliquée par le fait que les panneaux d'entrée d'air étaient presque tous complètement fermés.

Près des volets d'entrée d'air, on pouvait clairement voir le brouillard créé par le contact de l'air froid tombant au plancher avec l'air chaud ambiant chargé d'humidité.

7.6.2 Mesures de printemps (14 et 15 avril 1987)

Rappelons qu'à cause de températures exceptionnellement clémentes, il est plus difficile d'évaluer les résultats obtenus lors de cette période de mesure, des températures un peu plus froides de l'ordre de -10°C à -5°C la nuit et de 0 à 5°C le jour ayant été préférables pour mieux évaluer une situation de température intermédiaire.

7.6.2.1 Température

Les 14 et 15 avril 1987, les températures intérieures se situaient de 1,6 à 3,8°C au-dessus de celle prévalant à l'extérieur et de 1 à 3,1°C le 15 avril; un écart de l'ordre de 1 à 2°C aurait dans ce cas été plus acceptable.

L'écart maximum de température intérieure quant à lui a été de 2,2°C avec une uniformité relativement acceptable.

7.6.2.2 Humidité relative

Elle se rapprochait de celle prévalant à l'extérieur puisque les volets de ventilation latéraux étaient grand ouverts.

L'humidité relative mesurée lors de cette période était acceptable.

7.6.2.3 Concentration de gaz

Les concentrations de NH_3, de CO_2 et H_2S et de CO sont toutes acceptables se situant sous les seuils maximum admissibles.

7.6.2.4 Vitesse de l'air

Compte tenu des températures intérieures et des recommandations expérimentales retenues, la vitesse de déplacement d'air était par moment un peu trop élevée.

Cependant, nous ne croyons pas qu'elle se situait à un niveau catastrophique pouvant beaucoup affecter les vaches laitières.

7.7 Santé du troupeau

Au cours de nos visites des 7, 8 et 26 janvier 1988, nous avons remarqué que les animaux toussaient beaucoup et ce surtout dans l'étable pour les sujets de remplacement.

Nous avons aussi noté des problèmes importants de rhume et de morve ce qui est caractéristique d'un état de santé inadéquat, le tout étant corroboré par le fait qu'on est obligé de traiter les animaux contre ces maux.

De plus, selon les propriétaires et le vétérinaire pratiquant, les problèmes de rhume et de morve notés sont toujours présents; les vaches souffriraient d'arthrite causée par le froid et le fort pourcentage d'humidité relative.

En novembre et décembre 1986, les propriétaires ont été confrontés avec de nombreux problèmes de mammite aussi attribuables à un état de santé déficient.

8.0 VOYAGE EN ONTARIO

Le 10 novembre dernier, M. Michel Fortier du MAPAQ et moi-même, nous nous sommes rendus en Ontario, d'abord pour rencontrer M. Yves Choinière, ingénieur du Collège d'Alfred, responsable d'une étude sur la ventilation naturelle subventionnée par le ministère de l'Agriculture du Canada et ensuite pour visiter des étables et des porcheries ventilées naturellement selon le principe FAROMOR.

Entre autres, nous avons visité l'installation de M. Albert Dewit de Spencerville où se tient l'expérience de M. Choinière. Cette journée-là entre 11h00 et 15h00, la température extérieure se situait aux environs de -10°C et un vent léger frappait le bâtiment.

Sur un des murs longitudinaux de la porcherie de 24 mètres de long, l'ouverture des volets a varié de 75 à 200 mm.

On pouvait clairement constater que l'air froid tombait directement au plancher et sur les porcs qui se trouvaient près des murs, ce qui est inacceptable selon les théories normales de ventilation.

La propreté d'une majorité des parcs situés du côté de l'admission d'air laissait beaucoup à désirer.

D'autres visites d'exploitation ont été faites au cours de cette journée, cependant aucune mesure n'a été faite. Des observations ont cependant révélé des problèmes graves d'humidité, de condensation et de givre particulièrement au niveau des volets vitrés d'admission d'air.

9.0 ÉTABLES DU CENTRE D'INSÉMINATION ARTIFICIELLE

9.1 Introduction

Trois étables ventilées naturellement, une première construite à l'été 1985, une deuxième en 1986 et

l'autre en 1987 ont été expérimentées, suivies, et instrumentées de façon à connaître l'efficacité du système de ventilation naturelle conçu à cet endroit par le MAPAQ.

9.2 Description des aménagements

Il s'agit de bâtiments du type plein pied à fermes de toit en bois, mesurant 13,8 mètres de largeur par 66,0 de longueur dans lesquels sont logés 84 taureaux ayant un poids moyen de 680 kilogrammes, subdivisés en lots de 14 têtes chacun.

De plus, un espace inoccupé de 12 mètres de longueur par la largeur de la bâtisse situé à une des extrémités de chaque bâtisse sert d'aire de manutention, de contention et de traitement des animaux (corral).

Il n'y a aucun système de chauffage d'appoint dans les trois bâtiments étudiés.

Lors de ces deux visites, nous avons remarqué que les conditions intérieures étaient excellentes et ce, malgré le fait que la concentration animale soit relativement faible. Cette situation est en partie due au fait que ces étables sont très bien isolées et bien ventilées.

La valeur isolante globale des murs est de Rsi 4, de Rsi 5,2 pour la partie horizontale isolée du plafond, de Rsi 1,8 pour la partie des membrures d'âme centrale et de Rsi 1,8 pour le solage.

9.3 Description du système de ventilation

Le système de ventilation naturelle en place comprend une sortie d'air centrale de 200 mm de largeur munie d'un capuchon pour empêcher les infiltrations d'eau, de pluie et de neige.

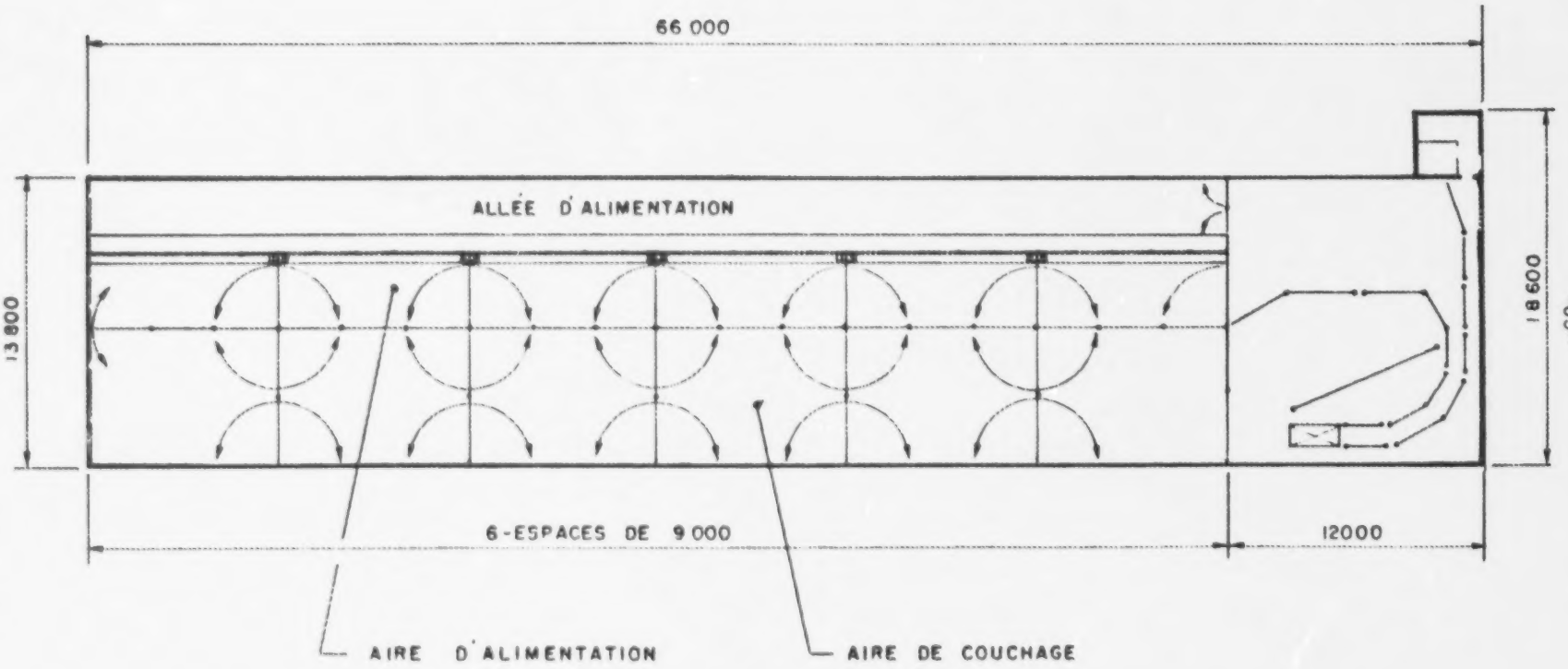


FIGURE 8

Etable du Centre
d'Insémination Artificielle du Québec

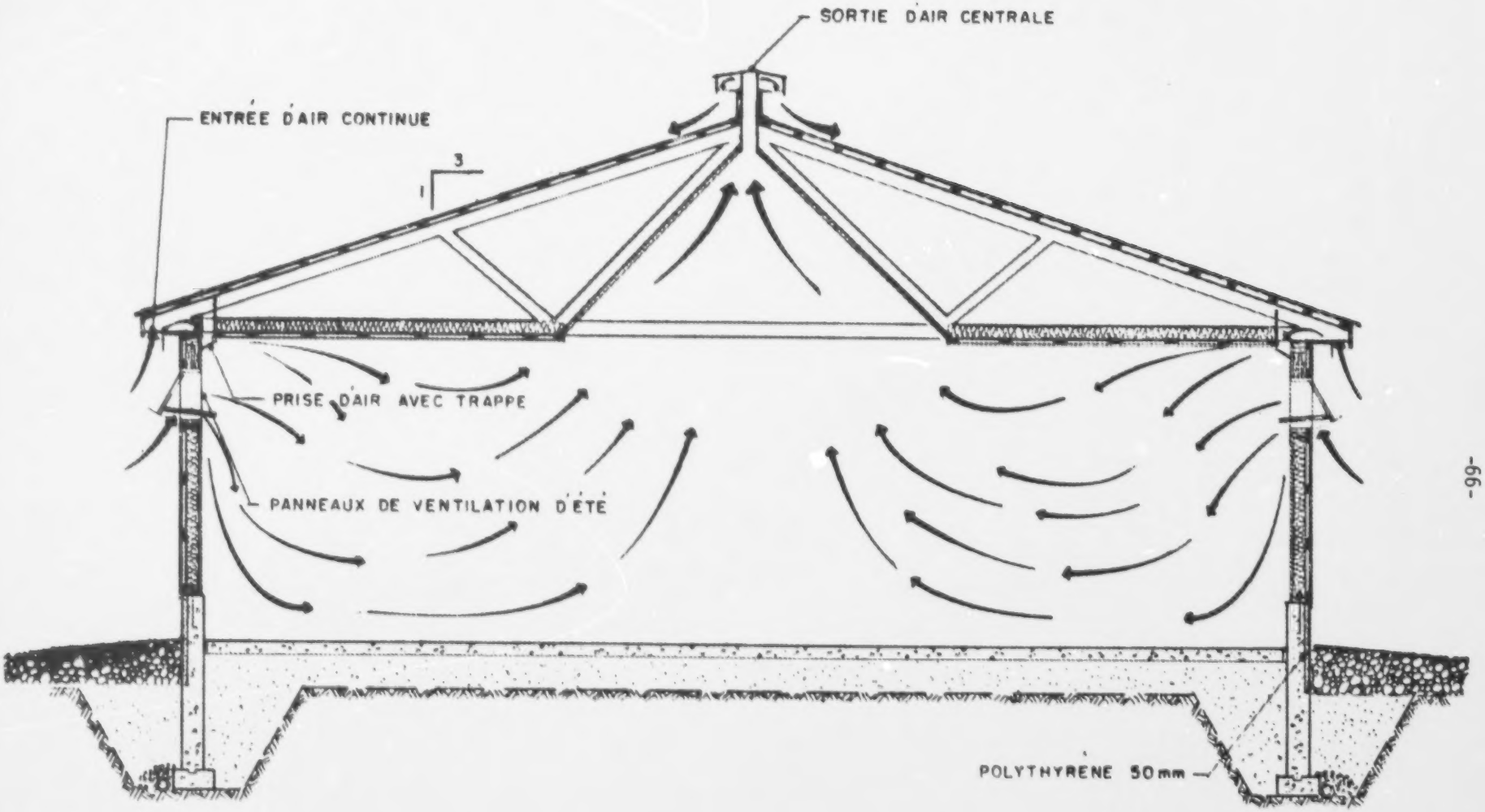


FIGURE 9

Vue en coupe de l'étable
du Centre d'Insémination Artificielle du Québec

Les membrures d'âme centrales inclinées des fermes de toit sont recouvertes par l'intérieur d'un polystyrène SM de 50 mm d'épaisseur de façon à constituer un conduit isolé vers la sortie d'air centrale.

L'apport d'air extérieur est assuré par temps froid (tard l'automne, en hiver et au printemps) par une entrée d'air continue située dans la soffite de chaque côté de la bâtisse et par une prise d'air continue latérale munie d'un déflecteur ajustable sur toute la longueur et actionné grâce à un système de manivelle, poulies et contrepoids orientant l'air selon les besoins.

Par temps chaud, des panneaux de 600 mm de hauteur par 3 mètres de longueur, à 9 mètres centre en centre situés dans chaque mur longitudinal servent à renouveler l'air de la bâtisse.

9.4 Résultats obtenus

Dans l'ensemble, les trois bâtiments étudiés se comportent très bien en ce qui a trait à la ventilation et ce, aussi bien en hiver qu'en été.

Selon messieurs Fernand Laliberté, agronome et Léon Lemaire, régisseur de la ferme, le système de ventilation naturelle de ces trois bâtiments donne entière satisfaction, les conditions intérieures et la santé impeccables des animaux étant les principaux éléments pour en témoigner. De plus, les animaux sont d'une propreté impeccable, ce qui est souvent une des caractéristiques d'un environnement confortable.

A deux reprises cet hiver, soit le 28 janvier et le 3 février 1988, nous sous sommes rendus prendre des mesures dans ces bâtiments.

Dans la nuit du 27 au 28 janvier la température extérieure minimale enregistrée s'est située aux environs de -27°C, tandis que celle de la nuit du 2 au 3 février fut de -25°C.

Entre 10 heures et 12 heures, au moment des prises de données, les températures extérieures ont oscillé entre -20 et -15°C. C'est donc dire que les prises de données l'ont été alors que les températures extérieures représentaient très bien les conditions très froides d'hiver.

9.4.1 Température intérieure

Que ce soit le 28 janvier ou le 3 février, la température intérieure s'est toujours située aux environs de 0°C (voulue ainsi) avec des variations de plus ou moins 1°C d'un bout à l'autre des bâtisses et également d'un côté à l'autre sur la largeur.

On peut donc affirmer que les conditions de température étaient des plus acceptables.

9.4.2 Humidité relative

Le 28 janvier l'humidité relative était de 62% dans un des bâtiments, de 65% dans un autre et de 69% dans le troisième, ce qui est très acceptable. Le 3 février elle se situait à 60%.

De plus, l'humidité relative mesurée à l'intérieur d'un même bâtiment était des plus constantes, ne variant pas d'un endroit à l'autre. On peut donc affirmer que l'humidité relative enregistrée était aussi des plus acceptables, se situant bien en dessous du seuil maximum de 80% permissible pour les bovins.

9.4.3 Concentration de gaz

La concentration de NH_3 était inférieure à 10 PPM et de CO_2 inférieure à 1 000 PPM. Quant aux concentrations de H_2S et de CO, elles étaient toutes nulles.

On peut donc dire que les concentrations des principaux gaz à l'intérieur de ces bâtiments étaient toutes des plus adéquates.

9.4.4 Vitesse de l'air

La vitesse de déplacement de l'air en tout point de ces bâtisses était très faible, étant difficilement mesurable avec les vélocimètres utilisés.

On pouvait remarquer un lent mouvement vers le centre des bâtisses et un mouvement de convection vers la sortie d'air centrale.

Ce léger mouvement d'air semblait balayer toutes les sections de bâtisse ce qui est souhaitable et adéquat.

9.5 Photos des étables du CIAQ

Photo 39

Vue extérieure d'une des trois bâtisses du CIAQ.
A remarquer le capuchon de la sortie d'air centrale, ainsi que les panneaux latéraux servant d'entrée d'air par temps chaud

Photo 40

Vue d'ensemble de l'intérieur d'une des étables du CIAQ à partir de l'allée d'alimentation

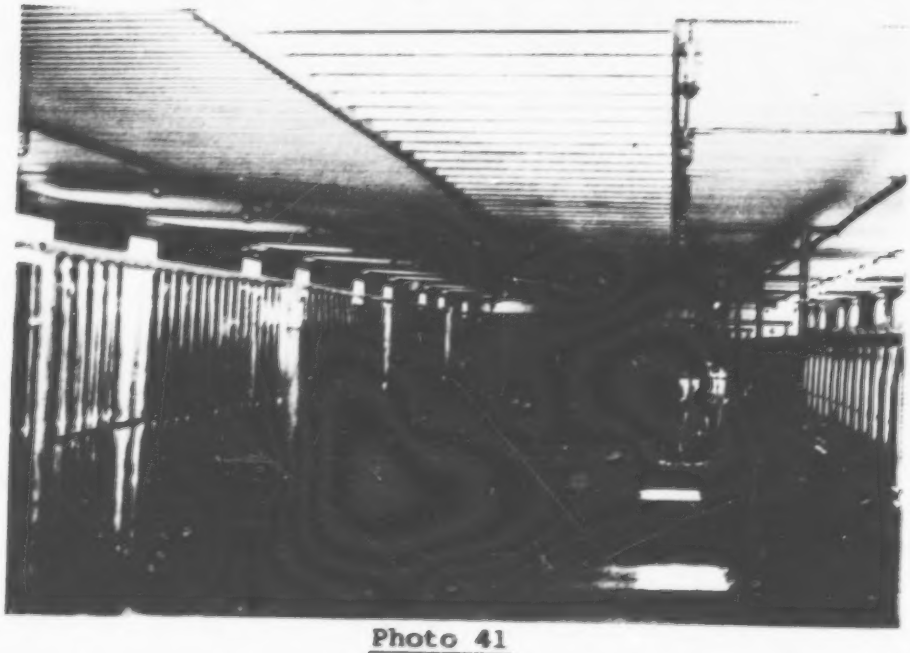


Photo 41

Vue d'ensemble à partir de l'aire d'alimentation. A remarquer la section non plafonnée centrale donnant sur le conduit de sortie d'air

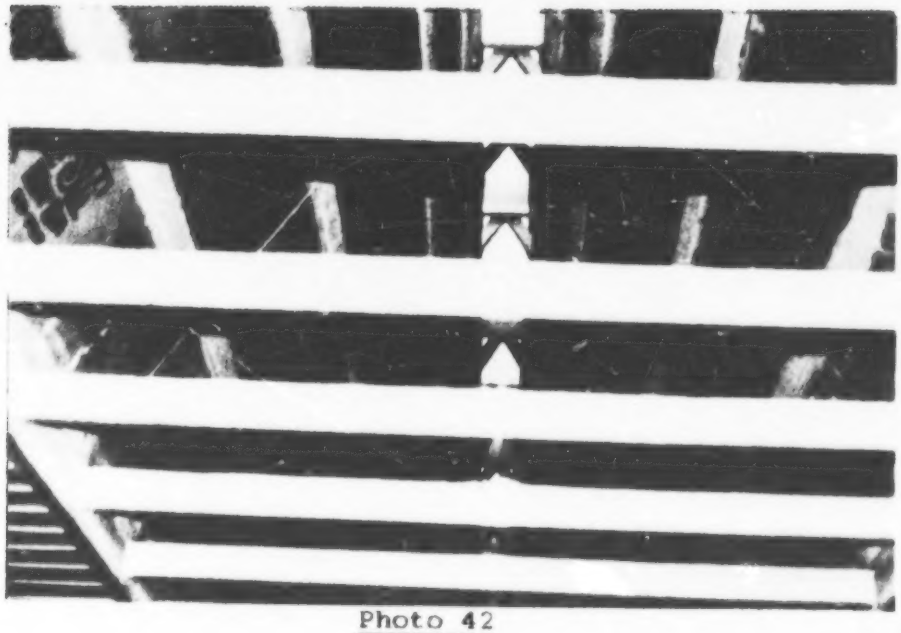


Photo 42

Vue montrant l'isolation du conduit
central de sortie d'air.
À remarquer la sortie d'air au sommet de ce conduit,
faîte de la bâtisse

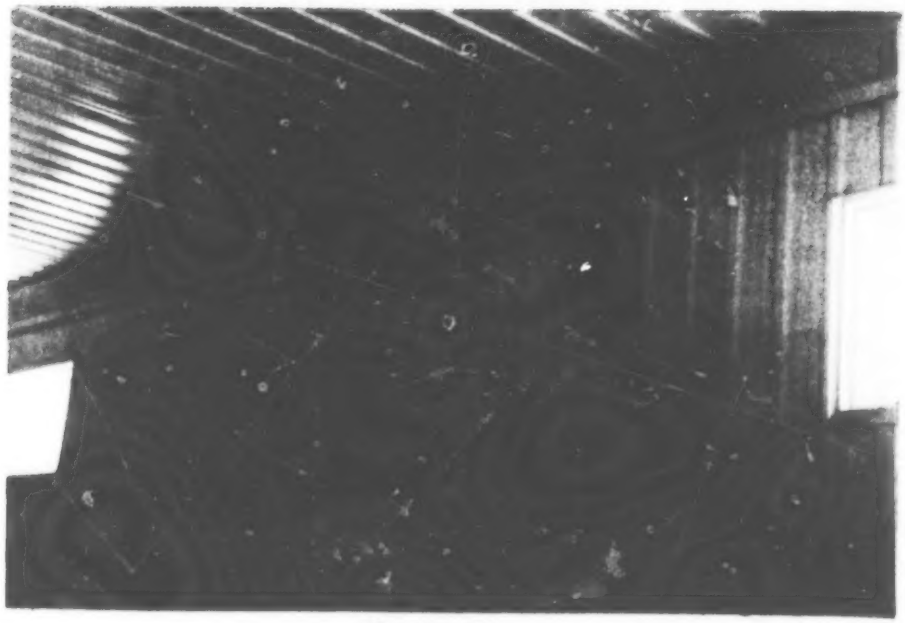


Photo 43

Photo illustrant l'entrée d'air continue
par temps froid et son déflecteur,
ainsi que son mécanisme manuel de contrôle

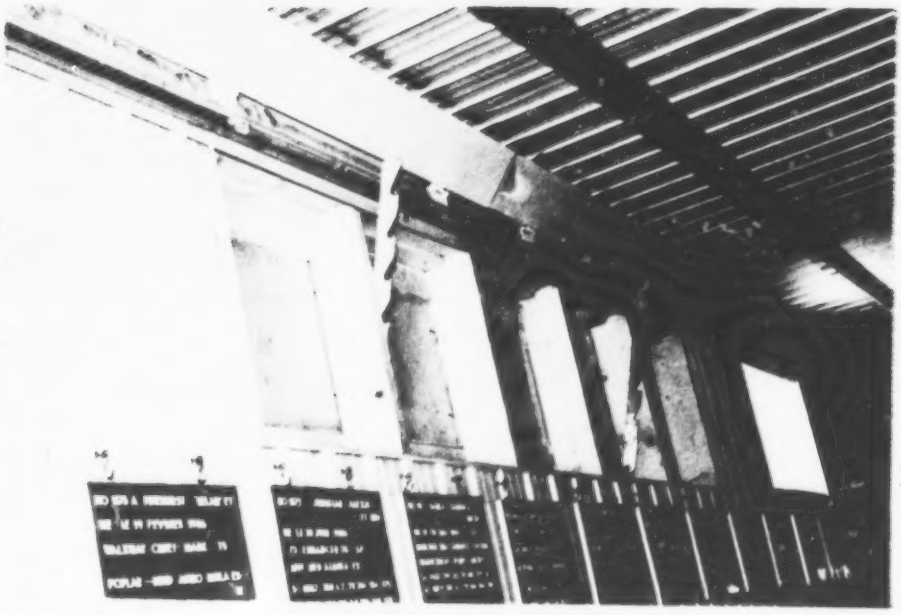


Photo 44

Photo illustrant les panneaux de ventilation par temps chaud et remarquer au haut de la photo, le déflecteur isolé (50 mm de Styrofoam SM) de l'entrée d'air servant par temps froid

10.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le système de ventilation domestique naturelle à contrôle manuel tel que construit chez M. Gaétan Proulx, et tel que régi par cet éleveur, est totalement déficient et n'est pas recommandable.

Le système de ventilation naturelle FAROMOR (automatique) installé et instrumenté chez M. Paul-Aimé Chaumont ne donne pas satisfaction et n'est actuellement pas recommandable, à moins que la compagnie ne fasse des modifications majeures à son système. Pour être efficace, le système de volets d'entrée d'air vitrés devrait être remplacé par des panneaux isolés, ne servant (idéalement) qu'à la ventilation par temps chaud. Chez M. Alain Beaudry, les volets d'entrée d'air sont constitués de panneaux isolés, et bien qu'étant isolés, les conditions de confort dans l'habitacle n'étaient pas toujours respectées, surtout quand un vent fort frappait le bâtiment ou quand des températures sévères prévalaient. A l'examen des graphiques, on peut d'ailleurs remarquer des chutes rapides et très importantes de

température, ce qui est inacceptable pour un animal aussi sensible que le porc. Par temps très froid, les volets ferment complètement, ce qui n'est pas recommandable, empêchant une ventilation adéquate, ce qui est d'ailleurs confirmé par les hauts taux d'humidité relative enregistrés.

De plus, nous pensons que le mécanisme d'ouverture de ces volets devrait opérer de façon telle que leur pivot soit à leur base au lieu du centre, pour faire en sorte que l'air entre dans la bâtisse le plus haut possible (pour atténuer les courants d'air le long des murs et aussi pour lui laisser plus de temps de se réchauffer). Cette modification au système réduirait les complications associées au givre et à la glace qui s'accumulent au bas des volets. De toute façon, l'utilisation de volets de grande surface pour ventiler par temps froid devrait être à notre avis prohibée. Par conséquent, un système d'entrée d'air continue (par la soffite ou autre) avec déflecteur dirigeant l'air le long du plafond pour assurer la ventilation par temps froid, devrait être couplé à un système à grands volets (isolés) pour ventilation par temps chaud.

Cette dernière recommandation est d'ailleurs confirmée par nos observations recueillies lors de notre voyage en Ontario.

Le système de ventilation naturelle tel que construit au CIAQ à Ste-Madeleine est le plus acceptable et semble donner de bons résultats. C'est le système de ventilation naturelle le plus recommandable pour les bâtiments tempérés ou chauds et nous croyons qu'il pourrait être judicieusement adapté pour certains élevages, tels les sujets de remplacement pour bovins laitiers, les bovins laitiers eux-mêmes, les parcs d'engraissement et les exploitations vaches-veaux, pour les moutons et les chèvres, pour certaines catégories de chevaux élevés en groupe, et probablement pour les porcs à l'engraissement, les truies gestantes, nullement pour une maternité.

Le système de ventilation naturelle installé au CIAQ par sortie d'air centrale avec capuchon, comportant des volets latéraux isolés et une entrée d'air continue par la soffite, semble être des plus acceptables, pour des bâtiments isolés tempérés

ou chauds. Au niveau de l'humidité relative, uniformité de température et absence de courant d'air, ce système a donné d'excellents résultats pour un bâtiment tempéré isolé dans lequel la température se situait entre 0 et 5°C. Pour obtenir un système de ventilation naturelle adéquat pour bâtiments chauds (10 à 20°C), tout autant pour la ventilation mécanique, un système de chauffage d'appoint devrait être prévu. En général, pour un bâtiment bien isolé, la température en dessous de laquelle du chauffage est requis varie de -12 à -15°C.

Tout bâtiment ventilé naturellement devrait être très bien isolé et construit. Nous recommandons que les murs soient munis d'un facteur d'isolation minimal RSI 3,5 pour les murs, RSI 5,0 pour les plafonds et toitures, RSI 1,8 pour les fondations.

Le système de ventilation mécanique avec prise d'air continue ajustable et ventilateurs extracteurs préconisé par le MAPAQ et tel qu'installé chez M. Bertrand Lacasse est des plus acceptables. A cet endroit cependant, pour obtenir encore de meilleurs résultats l'été, les débits de ventilation ou le nombre et la capacité des ventilateurs installés auraient dus être plus élevés, tel que recommandé. Comme tout système de ventilation, la régie est fort importante; nous avons d'ailleurs noté en été durant certaines nuits, où la température extérieure s'est abaissée de façon importante, que des courants d'air prévalaient en certains endroits. Cette situation aurait pu être évitée si la prise d'air avait été convenablement ajustée avant la nuit.

BIBLIOGRAPHIE

[1] "VENTILATION MANUAL", 1985, 223 pages, Huffman, Turnbull, Fraser, Milne, Bird et al, Ontario Ministry of Agriculture, Ontario.

[2] "LA VENTILATION DES BATIMENTS AGRICOLES", Compte rendu du 13ième Colloque de génie rural 1986, Département de génie rural, Université Laval, Québec, Éditeur: M. Jacques A. Choinières.

[3] "COMPARISON OF A NATURALLY VENTILATED TO MECHANICALLY VENTILATED HOG FINISHING BARN", par Macdonald R.D., Houghton G. et Kains F.A., C.S.A.E. Paper no 85-402.

[4] "NATURAL VENTILATION IN MODERATE CLIMATE", Munroe J.A. et Choinière Y., C.S.A.E. Paper no 86-114.

[5] "WINTER PERFORMANCE OF DIFFERENT AIR INLETS IN A NATURALLY VENTILATED SWINE BARN", Choinière Y., Blais F., Munroe J.A., Leclerc J.M., C.S.A.E. Paper no 86-121.

[6] "AIR FLOWS PATTERN IN NATURALLY VENTILATED BUILDINGS USING A WIND TUNNEL", Choinière Y., Blais F., Munroe J.A., C.S.A.E. Paper no 86-122.

[7] "COMPARAISON OF MODULATED VS NON MODULATED CONTROL SYSTEMS FOR SIDE WALL AIR INLETS IN A NATURALLY VENTILATED SWINE BARN", Choinière Y., Blais F., Munroe J.A., C.S.A.E. Paper no 87-113.

[8] "LA VENTILATION DES ÉTABLES LAITIÈRES", Fortier M., Choinière J.A., MAPAQ, 90 pages, 1985.

[9] "UNE BONNE ÉTABLE A VEAUX DE GRAINS UN ÉLÉMENT DE SUCCÈS", Fortier M., Dussault M., Laroche R., Symposium veaux de grains, 43 pages, MAPAQ, 1982.

ON NOURRIT DE
GRANDS
projets

Gouvernement du Québec
**Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation**

88-0127